Geologische Untersuchungen zur Genese der Zinnober-Lagerstätte Kalecik/Karaburun (Türkei)

Attilâ Sözen

1973

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554601_0076

Geologische Untersuchungen zur Genese der Zinnober-Lagerstätte Kalecik/Karaburun (Türkei)

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Fakultät für Geowissenschaften

der

Ludwig Maximilians-Universität

München

vorgelegt

von

Attilâ Sözen

aus

Ankara/Türkei

München 1973

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

1. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. A. Maucher
2. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Dehm

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Juli 1973

Vorwort

Die vorliegende Arbeit beruht auf den geologisch-lagerstättenkundlichen Arbeiten, die über die Zinnoberlagerstätte Kalecik, Halbinsel Karaburun, im Auftrag des Staatlichen Planungsinstitutes der Türkei für die Firma Türk Civa A.Ş. von der Firma Metag, bei welcher ich als Chef der Erkundungsarbeiten mitwirkte, in den Jahren 1970/71 durchgeführt worden sind, und auf den von mir in der Zeit vom 1.2.72 bis jetzt am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München durchgeführten Untersuchungen.

Mein verehrter Lehrer Herr Prof. Dr.-Ing. A. MAUCHER regte an, die Ergebnisse in Form einer Dissertation vorzulegen. Für die Übertragung der Arbeit, sein kritisches Interesse, seine wertvollen Ratschläge und Anregungen möchte ich ihm meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Herzlichen Dank sagen möchte ich ebenfalls Herrn Dr. R. HÖLL für seine stete Hilfsbereitschaft, für wichtige Hinweise, anregende Diskussionen.

Herrn Prof. Dr. H. FLÜGEL/Graz und Herrn Dr. W. STRUVE/Frankfurt bin ich für ihre großzügige Bereitschaft bei der Bestimmung der Fossilien sehr zu Dank verpflichtet.

Dem Staatischen Planungsinstitut der Türkei, der Firma Türk Civa A.Ş. und der Firma Metag schulde ich besonderen Dank für die Erlaubnis zur Veröffentlichung der Unterlagen.

Herzlicher Dank gebührt dem M.T.A.-Institut, das mich während der Zeit meiner Dissertation beurlaubte.

Bei den Herren Kollegen Dipl.-Ing. G. AYTUG, Dipl.-Geol. E. BORA und Dipl.-Ing. K. TOZ bedanke ich mich in Erinnerung an die gute kameradschaftliche Zusammenarbeit und für die anregenden Diskussionen.

Den Herren Kollegen Dipl.-Geol. W. KROL und Dipl.-Geol. M. REISINGER schulde ich Dank für ihre freundlichen Bemühungen bei der sprachlichen Bereinigung des vorliegenden Textes.

Die Auswertung der Geländebefunde erfolgte am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München mit finanzieller Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, wofür hier bestens gedankt sei.

Den Mitarbeitern des hiesigen Institutes, insbesondere Frau M. MÄRKL danke ich herzlich für ihre stete Hilfsbereitschaft.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I..	Einleitung	1
	1. Zielsetzung	1
	2. Geographischer Überblick	1
	3. Literatur-Übersicht	1
II.	Petrographie und Stratigraphie	5
	1. Paläozoikum	5
	1.1 Die Schichten von Kalecik	5
	1.1.1 Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie	5
	1.1.2 Massige helle Kalklagen	8
	1.1.3 "Pyroklastische" Gesteine	9
	1.1.4 Feinschichtige Tuffite	12
	1.2 Die Grauwacken-Serie	13
	1.3 Der Kalk von Kalecik	15
	1.4 Die Denizgiren-Schichten	19
	2.Mesozoikum	21
	2.1 Die Konglomeratserie	21
	2.2 Die mesozoischen Kalke	22
	3. Känozoikum	23
	3.1 Die jungtertiären Sedimente	23
	3.2 Die fossilen Schuttbrekzien	24
III.	Magmatische Gesteine	24
	1. Granit	24
	2. Serpentinit	24
	3. Die Jungvulkanite	25
IV.	Tektonik	26
V.	Die Hg-Lagerstätte Kalecik	31
	1. Die Geschichte der Lagerstätte	31
	2. Alter Bergbau und Literaturübersicht	32
	3. Beschreibung der Lagerstätte	36
	3.1 Die Nordseite des Haupterzvorkommens	36
	3.1.1 Die Erzlager 2 und 3	37
	3.1.2 Das Erzlager 4	39
	3.1.3 Die Erzlager 5 und 6	39
	3.2 Die Südseite des Haupterzvorkommens	40

Seite

3.3 Das Erzlager 7 41

3.4 Das Erzlager 8 (Nebenerzvorkommen) 41

4. Genese 42

VI. Schlußfolgerung 44

Literatur 47

I. Einleitung

1. Zielsetzung

Ziel der Arbeit war es, durch neue geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen – unter Hinzuziehung der während meiner Tätigkeit für die Firma Metag/Türkei bei bergmännischen und bei Bohrarbeiten erzielten Ergebnisse – Genese und Altersstellung der Zinnoberlagerstätte Kalecik auf der Halbinsel Karaburun, Türkei zu klären.

2. Geographischer Überblick

Die Lagerstätte Kalecik befindet sich in der NE-Ecke der Halbinsel Karaburun, die den Golf von Izmir gegen das Ägäische Meer im Westen abschließt. Die Lagerstätte liegt auf einer Höhe von 400 m NN, 3 km Luftlinie SSW des Ortes Karaburun. Eine 6 km lange Bergstraße verbindet die Lagerstätte mit der Ortschaft Karaburun. Die Entfernung nach Izmir auf der Landstraße beträgt 110 km.

3. Literatur-Übersicht

Die ersten Erkundungen auf der Halbinsel Karaburun stammen von HAMILTON & STRICKLAND (1840) und SPRATT (1845). Die genauere Erforschung begann mit PHILIPPSON (1911). Nach ihm besteht der großtektonische Bau längs der Westküste aus Paläozoikum; in der Mitte erstreckt sich Mesozoikum und an der Ostküste steht Tertiär an. Die erste geologische Kartierung der gesamten Halbinsel im Maßstab 1:100.000 erfolgte durch KALAFATÇIOGLU (1961). Er stellte den Hauptteil der mesozoischen

Kalkfolge in den Jura und die Kreide. Trias ist nach seiner Meinung nicht sicher nachzuweisen. AKARTUNA (1962) bearbeitete das Gebiet um Izmir und Urla östlich der Halbinsel Karaburun. Er wies aufgrund der Fossilfunde auf einen kretasischen Flysch hin, der auf die kristallinen Schiefer diskordant folgt und von vielen Autoren früher für paläozoisch gehalten worden war. Die Serpentinite, die in diesem Flysch auftreten, sollen nach AKARTUNA (1962) während der Flyschbildung im Gefolge des ultrabasischen Magmatismus entstanden sein. HÖLL (1966) versuchte die Stratigraphie des Lagerstättengebietes Kalecik aufgrund von Fossilfunden und mit dem Vergleich der stratigraphischen Einheiten der Insel Chios aufzustellen. Er stufte die Denizgiren-Schichten ins Ordovicium bzw. Unter-Gotlandium bis Mittel-Gotlandium ein. Für den Kalk von Kalecik gibt er obergotlandisches Alter an. Die Schichten von Kalecik, die nach seiner Auffassung den obergotlandischen Kalk von Kalecik "konkordant, ohne Hiatus überlagern" und "mit dessen hangenden Teilen faziesverzahnt sind", sind "noch in der Ober-Gotlandium einzustufen". Nach HÖLL soll der NNW-SSE ziehende Kalk von Kalecik auf einer echten Diskordanz den Denizgiren-Schichten folgen, woraus er auf eine jungkaledonische Faltung schließt.

BRINKMANN, RENDEL und TRICK (1967) berichten über die pelagische Trias bei Izmir wie folgt: "Auf der Halbinsel Karaburun westlich Izmir wurde ein Triasprofil in pelagischer Entwicklung, reich an Ammoniten, Lamellibranchiern und Kalkalgen nachgewiesen. Es dürfte vom Skyth bis mindestens ins Karn reichen".

BESENECKER et al. (1968) geben einen Überblick über die Geologie von Chios. Sie unterscheiden eine autochthone und eine allochthone Schichtserie. Über den tektonischen Bau von Chios berichten sie wie folgt (1968, S. 121): "Der tektonische Bau ist durch mehrere

Orogenesen angelegt. Kaledonische Faltung ist nicht ganz sicher. Die variskische Orogenese schuf einen NW- bis NNW-streichenden Faltenbau. Die starke alpidische Orogenese hat die älteren Strukturen meist ausgelöscht. In einer älteren Phase (vor dem Maastricht) entstanden Falten und Überschiebungen mit NNE-Streichen, darauf wurden im Paläogen zunächst die Decke von N eingeschoben (Förderweite 50 km) und EW-Faltenachsen geprägt; später – jedenfalls vor dem höheren Miozän – wurden erneut NNE-Achsen angelegt. Das Neogen enthält neben einzelnen Einengungsformen (Aufschiebungen, lokal sanften Falten) vor allem Zerrungstektonik: Große Verwerfungen – vorwiegend in NW- bis WNW-Richtung und senkrecht dazu – setzen bis in das Paläozoikum des Sockels durch. Sie sind mit dem Einbruch der Ägäis entstanden und bis heute tätig. In das Zonen-Schema der Helleniden ist Chios nach der faziellen Entwicklung des Mesozoikums nicht sicher einzuordnen, schließt sich aber eng an das anatolische Festland (Karaburun) an".

LEHNERT-THIEL (1969) unterscheidet bei dem großtektonischen Bau der nordöstlichen Ecke der Halbinsel Karaburun eine ordovizisch-gotlandische Antiklinale und eine der Antiklinale im Süden angrenzende devonische Synklinale. Er stuft die Schichten von Kalecik, die nach seiner Auffassung älter als der Kalk von Kalecik sein sollten, mit Vorbehalt ins Gotlandium-Ordovicium ein. Er behauptet, daß die Denizgiren-Schichten auf dem Kalk von Kalecik mit einer schwachen Diskordanz folgen. Für die Denizgiren-Schichten vermutet er ein mitteldevonisches Alter. Er findet die variskische Orogenese mit Sicherheit nachweisbar, dagegen zweifelt er an einer jungkaledonischen Faltung.

GÜMÜŞ (1971) kartierte den mittleren Teil der Halbinsel Karaburun. Er bringt seine Ergebnisse wie folgt:

"Der mittlere Teil der Halbinsel Karaburun baut sich aus drei durch Diskordanzen und längere Lücken getrennten Schichtfolgen auf.

1. Grauwacken und Kalke vertreten das Unter-Karbon, insbes. das Visé und reichen vielleicht bis ins untere Oberkarbon.
2. Die Trias liegt fast vollständig in pelagischer Fazies vor.
3. Als jüngste Bildungen sind pliozäne Andesite und (?) altquartäre Schotter vorhanden.

Die variskischen Krustenbewegungen waren sehr schwach. Die Hauptorogenese fand zwischen 2. und 3. statt und schuf offene Falten von NNE-Streichen mit leichter Vergenz gegen E."

BRINKMANN, et al. (1972) bringen eine eingehende Darstellung über die Trias von Karaburun. Sie berichten wie folgt:

"Die Trias von Karaburun ist stratigraphisch recht vollständig und fossilreich entwickelt. Sie wurde in einer gegen Westen geöffneten Bucht abgelagert und war von der Trias von Istanbul-Kocaeli durch eine Barre getrennt, die erst im Laufe des Jura überflutet worden ist.

Die Hauptelemente der im wesentlichen alpidischen Tektonik sind eine große liegende ostvergente Falte und mehrere parallele Aufschiebungen. Die geotektonischen Verbindungen zu Chios und den Gebirgen Griechenlands sind noch ungeklärt."

II. Petrographie und Stratigraphie

1. Paläozoikum

1.1 Die Schichten von Kalecik

Dieser hauptsächlich aus Sandsteinen, Siltgesteinen und Tonschiefern, vereinzelten Lagen von Grauwacken und Karbonatgesteinen sowie Tuffen und Tuffiten bestehende Komplex stellt die älteste Gesteinsserie des Untersuchungsgebietes dar. Er wird durch starke Faziesverzahnung, flyschartig gradierte Schichtung, vor allem aber durch die bei submarinen Rutschungen verursachte Brekzienbildung gekennzeichnet. Bei der Bearbeitung der Lagerstätte konnten einige Einheiten, obwohl sie miteinander stark faziesverzahnt und tektonisch umgeformt sind, unterschieden und getrennt kartiert werden.

1.1.1 Sandstein (-Siltgestein) - Tonschiefer-Brekzie:

Diese, in den Schichten von Kalecik mengenmäßig vorherrschenden Gesteine wurden in Bohrungen bis zu 192,70 m Bohrtiefe angetroffen. Ihre Untergrenze wurde dabei aber nicht erreicht. Ihre flächenhafte Ausdehnung aufgrund von Bohrungen und Stollen beträgt in der NNW-SSE Richtung etwa 800 m und in der WSW-ENE Richtung 50 bis 150 m. Ihre Hauptbestandteile sind Sand, Silt, Ton und Gesteinsbruchstücke. Gelegentlich sind bedeutende Mengen vulkanischen Materials (Tuffe und Tuffite) beteiligt. Ferner findet man geringmächtige, linsenförmige, mit Tonlagen wechsellagernde Karbonathorizonte sowie Feinkonglomerate.

Das Hauptmerkmal dieser im frischen Zustand schwarz, im angewittertem Zustand dunkelgrau bis grau erscheinenden faziellen Entwicklung ist eine eigenartige subaquatische Brekzienbildung. In einer tonig-karbonatischen, gelegentlich auch silifizierten Matrix treten neben ausgesprochen eckigen auch gerundete oder walzenförmige, teils primär feingeschichtete Komponenten auf. Daneben sind langgestreckte, gebogene, meistens gegeneinander versetzte, bis einige dm dicke Linsen von Sandsteinen, Grauwacken und selten auch Kalke zugegen, die auf ehemals zusammenhängende Lagen hinweisen.

Ein weiteres Merkmal dieser Brekzie ist ihre fazielle Gleichförmigkeit. Wenn auch alle oben erwähnten Gesteinsarten an der Brekzienbildung beteiligt sind, dominieren doch Lagen aus Sandsteinen und Tonschiefern mit Beteiligung von Grauwacken. Obwohl die Brekzienbildung fast das gesamte Bild dieser Einheit beherrscht, findet man gelegentlich auch ungestörte, gut geschichtete, konkordant gelagerte Siltgestein-Tonschiefer- oder Sandstein-Tonschiefer-Wechselfolgen, die jedoch nur lokale Dimensionen aufweisen. Ferner kommen besonders in fein geschichteten Wechsellagerungen von Siltgestein und Tonschiefer gut ausgebildete "Wickelstrukturen" vor, die nur sehr geringe Mächtigkeit und geringe horizontale Erstreckung besitzen. In manchen ungestörten Tonlagen finden sich auch Schrumpfrisse (oder Injektionsrisse), die mit sehr feinen Sandkörnern, gelegentlich auch mit Pyrit ausgefüllt sind.

Ein besonderes Attribut dieser Gesteinseinheit ist weiterhin ihre flyschartig gradierte Schichtung. Neben der nicht immer einwandfrei erkennbaren Korngrößenabnahme nach oben hin ist auch in den Tongesteinen immer wie-

der reichlicher Silt- und Sandgehalt zugegen. Wahrscheinlich ist bei der Bildung dieser Gesteinsfolge mit mehreren Phasen der Sedimentschüttung zu rechnen. Nach allen Befunden handelt es sich um Turbidite, die in einem engen langgezogenen und tiefgelegenen Trog aus mehreren aufeinanderfolgenden Suspensionsströmen abgelagert worden sind. Die flyschartig gradierte Schichtung mit Wickelstrukturen und Injektionsrissen durch aufsteigende Kompaktionswässer sowie Brekzienbildung infolge submariner Rutschungen im frühdiagenetischen Zustand zeigen, daß diese Sedimente rasch abgelagert und noch während der Verfestigung umgelagert worden sind.

Bei schwächer ausgeprägter Brekzienbildung findet man zwischen Tonschiefern und Sandsteinbänken sogenannte Belastungs-(load casts) und Strömungsmarken (Flute casts und groove casts). Unter den Strömungsmarken sind die Schleifmarken (groove casts) häufiger als die Kolkmarken (Flute casts). Eine typische Kolkmarken-Bildung befindet sich im oberen Nordhang des großen Tagebaues, wo die meist keulen-, selten kegelförmigen Vertiefungen 30 - 50 cm Länge und 5 - 10 cm Tiefe erreichen. In tonreichen, wenig gestörten Lagen sind Schleif- und Kolkmarken gleichzeitig vertreten, wobei die ersteren meist vorherrschen, die letzteren nur einige cm Länge und einige mm Tiefe erreichen. Bei den Stollenarbeiten konnte auf vielen Flächen beobachtet werden, daß die einzelnen Schleifmarken nicht parallel zueinander verlaufen, sondern daß die Rillenbündel voneinander abweichen.

Die durch Schleifmarken charakterisierten Flächen besitzen öfters geneigte, mitunter überkippte Lagerung. Hierfür sind wahrscheinlich spätere subaquatische

Gleitungen verantwortlich, da diese Flächen verschiedentlich von anderen Schichten mit anders orientierten Schleifmarken diskordant überlagert werden.

1.1.2 Massige helle Kalklagen

Dem Paket der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie sind neben einem mächtigeren Kalkzug mehrere kleine Kalklagen zwischengeschaltet. (Der Kalkzug wurde in der Bohrung K 1/1 mit 43.75 m durchteuft; die Bohrung K 1/5 wurde bei 35 m im Kalk abgebrochen.) An der Erdoberfläche trifft man nur im N des alten Tagebaues eine kleine, isolierte Linse aus massigem Kalk. Im unteren Hauptstollen (Stollen 370) und in einigen Bohrungen wurden parallele, im Aussehen gleichartige, z.T. dolomitisierter Kalke in größerem Umfang angetroffen. Diese Kalkvorkommen bestehen aus dichtem, massigem, weißem Kalk. Dolomitisierte Partien sind hellgelb. Wie aus der Untertagekarte des Stollens 370 ersichtlich ist, wird der dortige Kalk an seinem SW-Ende durch NW-SE-streichende Störungen gegen die Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzien-Folge abgegrenzt. Seine NE-Grenze ist dagegen unscharf ausgebildet.

Es ist wohl berechtigt zu folgern, daß alle Kalkvorkommen der Brekzie stratigraphisch zwischengeschaltet sind. Das Streichen und Fallen des mächtigen Kalkzuges wurde im Stollen gemessen und aus Ergebnissen benachbarter Bohrungen rekonstruiert: als Durchschnitt ergibt sich $120^{\circ}/35^{\circ}$ SW.

Die Fortsetzung des Kalkzuges wurde auch in den auf dem Baca-Tepe angesetzten Bohrungen K 1/10 und K 1/11 angetroffen. Die Mächtigkeit in der Bohrung K 1/11 beträgt 54 m. In derselben Bohrung wurde zwischen 79.56 - 94.05 m Bohrungstiefe eine weitere Kalkeinschaltung von gleichem Aussehen durchteuft.

Die Kalke enthalten keine Makrofossilien. Die über die ganzen Bohrkerne der Kalkeinschaltungen entnommenen Conodontenproben brachten auch keine positiven Resultate.

Auf der Lagerstätte wurden ferner in den Bohrungen K.1/1, K.1/2, K.1/3 und K.17 verkieselte Gesteine, die in K.1/2, K.1/3 und K.17 reichlich Zinnober führen, jeweils mit einer scheinbaren Mächtigkeit von ca. 20 m angetroffen. Das erzführende, südlich des alten Tagebaues anstehende, hochverkieselte Gestein (Çakmak) besitzt ebenfalls eine Mächtigkeit um etwa 20 m. U.d.M. beobachtet man, daß die allotriomorphen Quarzpflaster dolomitische Karbonate verdrängen; es muß sich also hier um verkieselte Karbonatgesteine handeln. Diese in ihren unteren Partien aus hellgelben, kieselig-dolomitischen Partien bestehenden, hochverkieselten Gesteine sind, wie ihr Aussehen, ihre mehr oder minder zusammenhängende Mächtigkeit und ihre Lage vermuten lassen, höchstwahrscheinlich die Äquivalente der oberen Kalkeinschaltungen in der Bohrung K.1/11. Man kann daher annehmen, daß es wenigstens zwei Ruhepausen mit Kalkausfällungen zwischen der klastischen und pyroklastischen Sedimentation gegeben hat.

1.1.3 "Pyroklastische" Gesteine:

Unter diesem Namen sind mannigfaltige Gesteine zusammengefaßt, die fast immer miteinander verzahnt auftreten

und – abgesehen von Karbonatlinsen – aus vulkanogenem Material bestehen. Alle diese Gesteine führen gelegentlich Pyrit und Zinnober.

Kieselsäurereiche Tuffe und Tuffite, tuffitische Sand- und Siltgesteine, Agglomerate feinschichtige Karbonatgesteine und mergelige Detrituskalke kommen in diesem Komplex vor. Er unterscheidet sich in seinen Tuff- und Tuffitlagen durch die hellgraue bis schmutziggelbe Farbe von den schwarzen bis dunkelgrauen Tuffen und Tuffiten der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie. U.d.M. weisen die Tuffe oft für das freie Auge kaum erkennbare Feinschichtung auf. In ihrer kieseligen Matrix führen sie reichlich Quarzsplitter, sericitisierte Feldspäte, schichtparallel angereicherte Sericitschuppen und selten idiomorphe Zirkonkristalle.

Von besonderem Interesse sind Tuffite mit deutlichem Lagenbau mit tonigen Anteilen und Brekzienmaterial. Sie finden sich als größere, aus ihrem Verband gerissene, Gesteinsbrocken in mergeligen Detrituskalken. Das Brekzienmaterial enthält neben sehr kleinen Gesteinsbruchstücken auch gröbere Gesteinsfetzen aus der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie.
Weitere sedimentogene Gesteine innerhalb der pyroklastischen Gesteinsfolge sind mergelige Detrituskalke, die ihre Hauptverbreitung in der südöstlichen Abzweigung des Hauptstollens 416 haben. Sie bestehen hauptsächlich aus gelben, sehr feinen Kalkpartikeln und werden von roten bis violetten Mergellagen begleitet. Man trifft in ihnen auch nicht selten hellgraue Tuffeinschaltungen. Diese instabile Gesteinsfolge neigt zu Rutschungen. In diesen Detrituskalken konnten nur in geringem Umfang Verkieselungen, jedoch reichliche

Zinnoberanhäufungen, lokal sogar sehr konzentrierte Erzfälle, festgestellt werden.

DORA (1971) beschreibt einige gut geschichtete, boudinierte Kalkarenite und Kalkbrekzien innerhalb der mergeligen Detrituskalke.

Dünne sideritische und ankeritische Bänder und mehr oder weniger limonitisierte, meist fein geschichtete Karbonatgesteine mit vereinzelten chloritischen Linsen finden sich hauptsächlich südlich der großen Verwerfungszone zwischen der Lagerstätte und dem Kalk von Kalecik. Ihr fein geschichteten Lagen zeigen Fließgefüge durch subaquatische Gleitungen. Ihre ungeschichteten Brekzien aus Kalkbruchstücken sind wohl als Inhomogenitätsbrekzien im Sinne von SANDER (1936) zu deuten.

Trotz der Vermengung aller Gesteine der pyroklastischen Gesteinsfolge und der Verzahnung mit anderen Gesteinsarten der Schichten von Kalecik, sind die wesentlichsten Gesteinseinheiten durch lokales Überwiegen gekennzeichnet. So bilden die Detrituskalke z.B. an der Ostseite des großen Tagebaues in der südöstlichen Abzweigung des Hauptstollens 416 fast die einzige Gesteinsart. Dagegen kommen an den oberen Teilen der Nord- und Ostwände des großen Tagebaues vorwiegend Tuffe, Agglomerate und Tuffite vor. Die feingeschichteten Karbonatgesteine, die nördlich der großen Störungszone meist fehlen, finden sich südlich davon in erheblicher Mächtigkeit. Unter dem Kalk von Kalecik liegen wirre Durchmengungen tuffitischer Sandsteine, Detrituskalke und feingeschichtete Karbonatgesteine.

In der Regel überlagern die pyroklastischen Gesteine die Sandstein-(Siltgestein)-Brekzie und erweisen sich

somit als relativ jüngere Bildungen in der gleichen Abfolge. Gelegentlich sind die oberen Lagen der Sandstein-(Siltgesteine)-Tonschiefer-Brekzie mit pyroklastischen Gesteinen verzahnt.

1.1.4 Feinschichtige Tuffite

Die feinschichtigen Tuffite sind am besten südlich des großen Tagebaues aufgeschlossen. Sie liegen dort unter dem hoch verkieselten massigen weißen Gestein, das wir als Çakmak bezeichnen. Sie bestehen aus rhythmischen mm-dünnen Bändern von grauen, weißen, bläulichgrünen und braunen Farben. Die Tuffite bilden im gesamten Aufschlußbereich eine weitgehend zusammenhängende lagebeständige Linse. Ihre mm-rhythmischen Lagen dagegen sind im Kleinbereich paradiagenetisch verfaltet und teilweise zerbrochen. Ins Hangende gehen sie in verkieselte etwa 3 m mächtige dolomitische Partien über, die den Übergang zum Çakmak bilden. Die gesamte Schichtfolge zeigt innerhalb des Aufschlusses durch tektonische Störungen bedingte unterschiedliche Lagerung. So beträgt das Streichen im westlichen Teil des Aufschlusses 20° bei einem Einfallen von 33-35° SSE. Im östlichen Teil des Aufschlusses dagegen steht das Schichtpaket saiger bei einem Streichen von 120°. Zum Teil, insbesondere am westlichen Ende des Aufschlusses ist sogar eine Überkippung festzustellen. Die Tuffit-Dolomit-Linse zeigt mit der Sandstein-Tonschiefer-Brekzie eine undeutliche Verzahnung.

Im Norden des großen Tagebaues findet man feinschichtige 1-2 m mächtige Tuffite der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie lagenweise zwischengeschaltet. Diese

Zwischenschaltungen sind noch stärker paradiagenetisch verformt, als die Linse im Çakmakaufschluß. Ein Übergang der Tuffite nach dem Hangenden in verkieselte Dolomite ist hier nicht feststellbar. Weitere Aufschlüsse der Tuffite haben wir in dem Stollen 416 und in den Bohrungen K 1/2, K 1/1 und K 1/5.

Die Tuffite treten nur im Zusammenhang mit der "Hauptvererzung" auf. Sie scheinen mit der Zinnoberführung in den auflagernden verkieselten Gesteinen (Çakmak) in direktem Zusammenhang zu stehen. Eine eingehende Schliffbeschreibung der feinschichtigen Tuffite findet sich bei HÖLL (1966).

1.2 Die Grauwacken-Serie:

An den Rändern des Turbidit Troges kommt die Grauwacken-Serie stark faziesverzahnt mit den Schichten von Kalecik, besonders mit der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie vor. Die Grauwacken-Serie besteht aus Sandsteinen, Tonschiefern, vor allem aber Grauwacken. Untergeordnet treten linsenförmige Kalke (mit Hornstein-Knollen), Konglomerate, Radiolarite sowie vereinzelt Tuffe und Porphyritgänge auf.

Die Grauwacken sind graugrüne z.T. schlecht gebankte, meist aber massige, mittel- bis grobkörnige Gesteine. In sie eingeschaltet sind dünne Sandstein - Tonschiefer-Wechselfolgen. Im Gegensatz zu der vorhergehenden Gruppe sind die Tonschiefer meistens grünlichgrau gefärbt und enthalten wie die wechsellagernden feinkörnigen, dichten Sandsteine reichlich Hellglimmer. In den unteren Lagen der fast immer NW-SE (bis NNW-SSE) streichenden, dünnbankigen, kleinen Kalklinsen finden

sich öfters bräunlich-rote unregelmäßige Hornstein-Knollen. Außerdem sind diese Kalklinsen meist von einem dichten mit Hornstein gefüllten Spaltennetz durchsetzt. Konglomerate sind selten und beschränken sich auf schmale Linsen. Als Hauptkomponente enthalten sie meist schlecht gerundete Hornsteingerölle, gelegentlich Radiolarit, Quarz und Quarzitkomponenten. Auch die Radiolarite sind nur auf kurze Erstreckungen zu verfolgen. Sie bestehen aus roten und schwarzen, dünnbankigen Wechsellagen und streichen ebenfalls NW-SE. In den Grauwacken treten sehr vereinzelt Tufflinsen und Porphyritgänge auf. Die kleinen Tufflinsen mit tiefgrünen Farben zeigen U.d.M. eine krytokristalline Matrix, die von Rissen mit Karbonaten und Quarz durchsetzt wird.

Noch seltener sind Porphyritgänge. Sie lassen sich im verwitterten Zustand sehr schwer von Grauwacken unterscheiden. Ein 100 m langer und etwa 20 m breiter, 160° streichender Porphyritgang befindet sich zwischen der Lagerstätte und Hisarcik Kayasi (1700 m nordnordwestlich vom alten Schornstein). U.d.M. besteht die Matrix des dichten, dunkelgrau bis schwärzlich-grünen Gesteins aus Chlorit und Limonit, untergeordnet aus Quarz und Plagioklasleisten. Die Einsprenglinge sind fast ausschließlich weitgehend sericitisierte Plagioklase. Sericitisierte Kalifeldspäte und völlig in Chlorit umgewandelte Maffite sind selten.

Ein weiteres Porphyritvorkommen ragt an dem südlichen Hang des großen Tagebaues aus den Schuttmassen heraus. Es ist ein tiefgrün aussehendes, mürbes Gestein. U.d.M.

beobachtet man wiederum größere sericitisierte Plagioklas-Einsprenglinge und völlig chloritisierte Maffite.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Grauwacken liegt zwischen dem paläozoischen Kalk von Kalecik und mesozoischen Kalken. Es erstreckt sich in nordwestlicher Richtung etwa 4,5 km. Die Kontakte zu den mesozoischen Kalken sind tektonisch gebildet, wogegen man an einigen Stellen beobachten kann, daß der Kalk von Kalecik der Grauwackenserie ohne Diskordanz auflagert.

1.3 Der Kalk von Kalecik:

Der aus der Literatur als "Kalk von Kalecik" bekannte Kalkzug (KTENAS 1925 – von ihm "Kalk von Kayandjik" genannt –; HÖLL 1966; LEHNERT-THIEL 1969) bildet durch seine, wenn auch spärliche Fossilführung, unter den fossilleeren Gesteinen der Umgebung den einzigen stratigraphisch fixierten Bezugshorizont.

Der Kalk ist ein in seinen unteren fossilführenden Partien graues, sonst vorherrschend weißes, dichtes Gestein. Er ist nur stellenweise gebankt, sonst massig ausgebildet. Mergelige Lagen und cm-dicke, kleine, leicht gebogene, rote Kalkbänke kommen in dem Kalk schlierenartig eingeschaltet vor.

Der Kalk liegt auf den Schichten von Kalecik und auf der Grauwackenserie. Die Kontakte sind meist unscharf ausgebildet, nur an einigen wenigen Stellen ist zu beobachten, daß die untersten sandigkalkigen Partien mit einer scharfen Grenze auf die Grauwacken-Serie folgen. Eine richtige Winkeldiskordanz ist nirgendwo beobachtet worden, aber wegen der schlechten Bankung der Grauwacken kann nicht einwandfrei auf konkordante Lagerung geschlossen werden.

Die meist auf die Hügel nördlich der Lagerstätte beschränkten geringmächtigen Kalke sind die Reste von dem wahrscheinlich ehemals verbreiteten und in diesem Bereich weitgehend erodierten Kalk von Kalecik. Im Süden der Lagerstätte zieht sich der Kalk wie ein gespannter Bogen in NW bis NNW Richtung hin. Er bildet einen über seine Umgebung steil herausragenden Kamm und trennt die Schichten von Kalecik und die Grauwacken-Serie von den Denizgiren-Schichten ab. Der durchschnittlich etwa 200 m breite und 4,5 km lange, vom Südosten nach Nordwesten ständig an Mächtigkeit zunehmende (von 5 - 10 m bis 150 m) Kalkzug wird beiderseits von zahlreichen NW - SE bis NNW - SSE streichenden Störungen begrenzt. Viele jüngere NE - SW bis NNE - SSW streichenden Seitenverschiebungen durchsetzen den Kalkzug intensiv, aber meistens mit kleineren Versetzungsbeträgen. Nur an einer Blattverschiebung, durch die der Kalkzug deutlich in zwei Hälften zerlegt wird, beträgt die Verschiebung etwa 500 m.

Der Kalk von Kalecik führt nur südlich der Lagerstätte an mehreren Stellen in seinen untersten, graugefärbten und meist mit roten tonigen Lagen intensiv vermischten, zerbrochenen Partien Fossilien. Der Fossilinhalt besteht hauptsächlich aus Crinoidenresten. Dazu kommen vereinzelt Korallen und schlecht erhaltene Brachiopodenbruchstücke.

Von dem Kalk von Kalecik führt HÖLL (1966, Bearbeitung durch P. WELLNHOFER) folgende Fossilien an:

Entelophyllum articulatum (WAHLENBERG)
Spongophylloides cf. perfectus (WEDEKIND)
Columnaria breviradiata (WEISSERMEL)

Thamnopora reticulate minor (WEISSERMEL)
"Heliolites n. sp." (WEISSERMEL 1938)
Platyorthis cf. cimes (KOZLOWSKI)
Leptaena rhomboidales (WILCKENS)
Camarotoechia nucula (SOWERBA)
Camarotoechis aff. bieniaszi KOZLOWSKI
Camarotoechia sp.
"Rhynchonella" henrici BARRANDE
Calymene sp.
Crinoidenreste

LEHNERT-THIEL (1969, Bearbeitung durch K.O. FELSER) erwähnt dazu noch folgende Fossilien:

Palaeofavosites sp.
Entelophyllum sp.
Crinoidenreste

Prof. Dr. H.W. FLÜGEL/Graz teilte mir schriftlich über die von mir gesammelten Korallen folgendes mit:
"Bei den mir übermitteltem Material handelt es sich durchwegs um das Genus Favosites sp. Ein Exemplar ist interessant, da es zusammen mit einem kommensalen Asterosalpinx auftritt. Derartige Formen sind bisher aus dem Unter- und Mitteldevon bekannt geworden."

Dr. W. STRUVE/Frankfurt a.M., der meine Brachiopodenbruchstücke bearbeitet hat, schreibt:
"Die von Ihnen übersandten Gesteinsbrocken enthalten kein bestimmbares Material. Lediglich ein Exemplar, das wir durch Präparation gewinnen konnten, zeigt etwas mehr Einzelheiten. Wegen nur dürftiger Erhaltung läßt sich auch zu diesem Stück nur eine Vermutung darüber aussprechen, um was es sich handeln könnte. Nach meiner Meinung könnte es sich um eine "Leptocoelia"

handeln, und zwar nicht um die bekannten amerikanischen Arten, sondern um eine Art aus der Verwandtschaft von "Leptocoelia" biconvexa BUBLITSCHENKO. Die Zuweisung der Art biconvexa zu Leptocoelia erscheint mir keineswegs gesichert. "L" biconvexa stammt aus dem Devon von Kasachstan. Die Gattung Leptocoelia wird aus dem Unter- und Mittel-Devon gemeldet."

Bei den ca. 30 dem Kalk von Kalecik besonders im südlichen und westlichen Bereich der Lagerstätte entnommenen Conodontenproben konnten keine positiven Resultat erzielt werden. Sie alle, wie die von den anderen Kalkvorkommen der Umgebung stammenden weiteren 21 Proben, enthielten keine Conodonten.
Aufgrund seiner oben angeführten Ergebnisse stellte HÖLL (1966) den Kalk von Kalecik ins Obersilur (=Ludlow). Er vergleicht den Kalk von Kalecik mit dem Kalk von Agrelopos (Insel Chios/Griechenland) und kommt anhand der Fossilfunde zum Schluß: "Der Kalk von Kalecik und der Kalk von Agrelopos sind demnach nicht nur lithologisch und in ihrer tektonischen Stellung gleich, sie sind vielmehr obergotländische Äquivalente." Von dem Kalk von Agrelopos beschreiben ROTH (1968) und HERGET (1968) neben der obersilurischen Fauna auch Fossilien, die die Zeitspanne bis ins Unter Devon zu erweitern ermöglichen.

HERGET (1968) schreibt: "Die erzielten Ergebnisse stehen nicht im Gegensatz zu der von HÖLL (1966) vorgenommenen Einstufung des Kalkes von Agrelopos in das Ober-Silur (vgl. auch HERGET & ROTH 1968 S. 16), erlauben aber auch keine darüberhinausgehende exaktere Datierung. Der Kalk von Agrelopos wird daher unter Berücksichtigung der von HÖLL (1966) bzw. HERGET & ROTH (1968) ermittelten Resultate im wesentlichen als

obersilurisch angesehen, mit einem unter-devonischen Anteil ist aber ebenso zu rechnen". Dieselbe Ansicht vertritt auch ROTH (1968): "Den Agrelopos-Kalk stufe ich deshalb ins Ludlow ein mit dem Vorbehalt, daß er auch einen unter-devonischen Anteil enthalten kann."

Wie der Kalk von Agrelopos führt auch der Kalk von Kalecik Fossilien die aus dem Unter- und Mitteldevon stammen könnten. Deshalb halte ich es für besser vertretbar, wenn wir auch den Kalk von Kalecik nicht nur ins Obersilur, sondern in den Abschnitt Obersilur - Unterdevon einstufen.

1.4 Die Denizgiren-Schichten:

Im SW des Kalkzuges beginnt eine aus klastischen Gesteinen bestehende, wohl knapp 2000 m (HÖLL 1966) mächtige, gut geschichtete, gefaltete Serie. In dieser hauptsächlich aus cm bis dm dicken Sandsteinschichten aufgebaute Einheit treten noch Grauwacken, Tonschiefer, Konglomerate, Hornsteine, Lydite, vereinzelte dünnbankige Kalke und Kalkbrekzien auf. Sie kommen mitunter faziesverzahnt vor. Die cm bis dm dicken feinkörnigen Grauwacken und Sandsteinschichten sind grau, grünlich-grau und auch schmutzig gelb gefärbt. Sie zeichnen sich durch reichlichen Hellglimmergehalt aus. Mit ihnen wechsellagernde, meistens einige cm dicke, wiederum grau und grünlich-grau gefärbte Tonschiefer enthalten ebenfalls feine Hellglimmer schuppen. Unter den gut gebankten Konglomeraten lassen sich solche, die meist aus Fossil führenden Kalkgeröllen bestehen, und solche, die aus verschiedenen Geröllen (hauptsächlich kleineren Quarzgeröllen, vereinzelten Lyditen, Hornsteinen, Grauwacken, Milchquarz und Kalkgeröllen) aufgebaut sind, unterscheiden. Sie treten in der Schichtfolge jeweils in verschiedenen oberen Lagen mit Mächtigkeiten zwischen 0,7 bis 4 m auf.

Neben den sehr seltenen Hornsteinlagen sind mehrere dünnbankige und enggefaltete Lyditlinsen in die Denizgiren-Schichten eingeschaltet. Sie sind meistens 5 - 10 cm dick, können aber gelegentlich auch Schichtdicken von etwa 20 cm erreichen. Sie lassen sich nur auf kurze Entfernungen verfolgen und kommen öfters aus ihrem Verband gerissen in fremder Umgebung zerstreut liegend vor. Kalkbänke,sind äußerst selten. Ihre Mächtigkeit beträgt kaum 1 m. Kalkbrekzien, die aus verschieden großen, meist eckigen, sehr selten gerundeten, fossilführenden Kalkkomponenten bestehen, sind dagegen in den liegenden Partien der Denizgiren-Schichten recht häufig. Sie kommen in der unmittelbaren Umgebung der fossilführenden Partien des Kalkes von Kalecik vor. Ihre Fossilführung aus Crinoidenresten und sehr schlecht erhaltenen Brachiopodenbruchstücken lieferte leider keine bestimmbare Fauna. Sie stimmt aber makroskopisch gesehen genau in Inhalt und Erhaltungsweise mit der überein, die der Kalk von Kalecik in seinen untersten Partien enthält.

LEHNERT-THIEL (1969) bestätigt diese Ansicht. Er führt folgende Fossilien an:

Acervularia sp.
Entelophyllum sp.
Crinoidenreste

und schließt daraus, daß die Brekzien rasch abgetragene ehemalige Schuttmassen von dem nahegelegenen Kalk von Kalecik darstellen und auf eine beginnende Transgression hindeuten.

Da es sich aber bei diesen fossilführenden Brekzien nur um ausgesprochen eckige Bruchstücke handelt, die gelegentlich noch zusammenpassen, und Fossilien sich auch im Zement finden, erscheint es mir jedoch wahr-

scheinlicher, daß diese brekziösen Kalke nicht bei einer Transgression umgelagerte ehemalige Schuttmassen darstellen, sondern vielmehr intraformationelle Detrituskalke sind. Ich bin der Meinung, daß die Denizgiren-Schichten in ihren tiefsten Lagen zeitliche Äquivalente des Kalkes von Kalecik darstellen. Die Ermittlung der stratigraphischen Stellung der Denizgiren-Schichten ist wegen der fehlenden stratigraphischen Kontakte sehr erschwert. Sie grenzen an den Kalk von Kalecik immer scharf mit Störungen, wogegen ihr Kontakt zur Grauwackenserie gelegentlich eine Faziesverzahnung wahrscheinlich macht.

2. Mesozoikum

2.1 Die Konglomeratserie:

Diese besteht überwiegend aus Konglomeraten, untergeordnet treten Sandsteine und Tonschiefer auf. Etwa 80 m südöstlich des großen Tagebaues beginnt die Serie. In der Bohrung K 1/8 wurde sie in einer Mächtigkeit von 47 m angetroffen. Die Konglomerate bestehen aus kleinen, meist gut gerundeten Quarz-, Quarzit-, Milchquarz- und flachen Tongeröllen; untergeordnet kommen auch Sandstein, Grauwacke und Hornstein-Komponenten vor. Große ausgesprochen eckige, gelegentlich fossilhaltige Kalkblöcke sind äußerst spärlich. Alle Komponenten sind durch ein schwach kalkiges, stark kieseliges Bindemittel gut miteinander verkittet.

Die aus verzahnten Sandstein- und Konglomeratlagen bestehenden unteren Partien der Serie gehen zum Hangenden hin in grünlich graue Sandsteine über. In diese 50 - 60 m mächtigen Sandsteinen ist eine etwa 20 m

mächtige Tonschieferlinse zwischengeschaltet. LEHNERT-THIEL (1969) vermutete, daß diese Serie die Basis des Mesozoikums bilde und wahrscheinlich dem Skyth angehöre. Er glaubte, in einem Übergang zwischen dieser Serie und einem Kalkzug eine ungestörte stratigraphische Abfolge zu finden. Die Grenze zu diesem Kalkzug ist hier aber tektonisch entlang einer E-W-streichenden Überschiebung. Er ist außerdem wahrscheinlich nicht mesozoisch, sondern silurisch - unterdevonisch, da er in seiner Lithologie den oberen Partien des Kalkes von Kalecik sehr ähnlich ist.

2.2 Die mesozoischen Kalke

Diese Kalke stehen mit der Lagerstättenbildung in keinem Zusammenhang. Diese massigen, mehrere 100 m mächtigen, vorwiegend weißgefärbten Kalke sind meist fossilleer. LEHNERT-THIEL (1969, Bearbeitung durch K.O. FELSER) konnte jedoch in der Nähe des Dorfes Tepecik in den oberen Partien folgende Fossilien feststellen:

Actinostromaria lugeoni
Algenreste

Auf Grund der gefundenen Hydrozoa schließt er, daß dieser Kalkhorizont dem oberen Jura angehört.

Große Bruchlinien zerlegen die mesozoischen Kalke in einzelne Schollen, die treppenförmig zum Ägäischen Meer absinken. Dabei herrschen in den Hauptbruchlinien die NW - SE, NE - SW- und untergeordnet E - W-Richtungen vor. Faltungserscheinungen konnten nicht beobachtet werden.

3. Känozoikum

3.1 Die jungtertiären Sedimente:

Diese Sedimente kommen nordöstlich und östlich des großen Tagebaues und am Westrand des Lagerstättenbezirkes nur vereinzelt vor. Dagegen sind sie im Küstenstreifen in großem Umfang aufgeschlossen. Sie beginnen im Lagerstättengebiet mit einer locker, gebundenen, polymikten Konglomeratabfolge. Diese enthält Komponenten aus fast allen bis jetzt erwähnten Gesteinen, sowie jungvulkanische Andesit- und Basalt-Gerölle. Die Konglomerate werden von Mergeln überdeckt, die zum Hangenden hin in pyroklastische Brekzien übergehen. Im Nordosten des großen Tagebaues befindet sich ein Andesit-Basalt-Lagergang in dieser Gesteinsabfolge.

Im Küstengebiet bestehen die jungtertiären Sedimente aus Konglomeraten, Mergeln, Tongesteinen und feinkörnigen Tuffen, sowie aus harten, teilweise silifizierten weißen Kalken. Die Kontakte zwischen dieser Serie und andesitischen und basaltischen Agglomeraten und Lapillituffen sind meist tektonisch gebildet. Man beobachtet nicht selten Gänge von Andesiten und Basalten, die diese Serie vertikal durchschlagen.

AKARTUNA M. (1962) beschäftigte sich mit dem Neogen um Urla und Izmir. Er unterschied unter den jungtertiären Schichten zwei Serien.
Die untere Serie: Konglomerat, Sandstein, Mergel, Ton, Kalk, vulkanischer Tuff.
Die obere Serie: Kalk, Mergel, Ton, vulkanischer Tuff.

Auf Grund der auf der Halbinsel Karaburun gefundenen Fossilien stufte er die obere Serie mit Vorbehalt ins Dacien ein (AKARTUNA, 1962).

Der tektonische Bau der jungtertiären Schichten ist hauptsächlich durch Bruchtektonik geprägt. Man findet aber auch lokale Faltungserscheinungen. Unter den Bruchlinien herrscht wiederum die NW - SE Richtung vor.

3.2 Die fossilen Schuttbrekzien:

Diese Bildungen enthalten unterschiedlich große Bruchstücke von allen bisher besprochenen Gesteinen. An der Erdoberfläche stehen sie zwischen den Bohrungen K 1/4 und K 22 an. In den südwestlichen Abzweigungen des Haupt stollens 416 (siebtes Erzlager) wurden sie in großem Umfang mit zinnoberhaltigen, silifizierten, großen Gesteinsbruchstücken angefahren.

III. Magmatische Gesteine

1. Granit

Etwa 3 km nordwestlich der Lagerstätte steckt an der westlichen Flanke des Tals von Uzun Dere eine Granitintrusion in den Denizgiren-Schichten. Die Beziehungen zwischen dem Granit und den Denizgiren-Schichten sind undeutlich. Ich konnte keine Kontakterscheinungen feststellen. Der Granit scheint somit älter als die umgebenden Denizgiren-Schichten zu sein. Dagegen sieht LEHNERT-THIEL (1969) in dieser Intrusion den synorogenen Plutonismus der variskischen Orogenese und vermutet, daß die Intrusion karbonisches Alter habe.

2. Serpentinit

An der S und SW-Seite des großen Tagebaues in der großen NW - SE streichenden Störungszone kommen linsenförmig

zerscherte Serpentinit-Körper vor. Ihr Alter ist unbekannt. Ihre Platznahme fand aber sicher vor den jungen Eruptionen statt, da die Serpentinite von den jungvulkanischen Gängen durchschlagen werden. Die an den Störungsflächen emporgeschleppten Serpentinitlinsen sind weitgehend mylonitisiert.

3. Die Jungvulkanite

Sie bestehen aus andesitischen und basaltischen Gängen, Lavadecken, Agglomeraten, Agglomeratlaven und geschichteten Lapillituffen. Diese vulkanische Serie ist sowohl im Lagerstättenbezirk als auch im ganzen Kartierungsgebiet weit verbreitet. Ihre eingehende Bearbeitung wurde aber im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt. In Übereinstimmung mit HÖLL (1966) und im Gegensatz zu sämtlichen übrigen Bearbeitern läßt sich zeigen, daß die Jungvulkanite in keinem genetischen Zusammenhang mit der Zinnobervererzung stehen.

Die Jungvulkanite treten im Kartierungsgebiet in zwei Zügen auf. Der eine erstreckt sich im Küstenstreifen, der andere im Lagerstättenbezirk. Sie folgen den NW - SE streichenden tektonischen Hauptlinien.

Die Basalkonglomerate der jungtertiären Ablagerungen enthalten Gerölle dieser Jungvulkanite. Da deren Sills und Dyks andrerseits in die jungtertiären Sedimente eindrangen, müssen die Eruptionen lange Zeit angehalten haben. Es gibt somit sicher zwei, wahrscheinlich sogar noch mehrere Eruptionsphasen. Neben den verbreiteten Lavadecken finden sich sehr viele meist NW - SE streichende kleine und große Eruptivgesteinsgänge. Die Gesteine sind hauptsächlich basisch. Neben den vorherrschenden Basalten finden sich in der Lagerstättenumgebung auch intermediäre Typen, die den Basalten

nahestehen. HÖLL (1966) faßt diese Gesteine als Augit-Andesite zusammen. LEHNERT-THIEL (1969) beschreibt Basalte und Augit-Andesite. DORA (1971) bearbeitete die von uns gesammelten Proben aus der Lagerstättenumgebung. Er beschreibt folgende Gesteine: Olivinführende Augit-Andesite, Olivin-Andesite und Olivin-führende Augit-Andesit-Basalte.

IV. Tektonik

Allen Diagrammen liegt das Schmidt'sche Netz zugrunde. Die Projektionen erfolgten in die untere Halbkugel. Ein durch die großen, richtungskonstanten Verwerfungen begrenzter, schachbrettartiger Baustil gibt dem Beobachter bei der ersten oberflächlichen Betrachtung ein unkompliziertes tektonisches Bild. Zwei in NW - SE bis NNW - SSE und NNE - SSW bis NE - SW Richtungen beherrschen das ganze Gebiet; zu ihnen kommen dann untergeordnet E-W- und N-S-Richtungen hinzu. Die vorherrschende NW - SE- bis NNW - SSE-Richtung scheint zu einem älteren Bruchsystem zu gehören, doch wie der Küstenverlauf andeutet, erlangte dieses System später wieder große Aktivität.

Im Paläozoikum von Kalecik unterscheidet man zwei verschiedene Baustile. Während in den Schichten von Kalecik und im Kalk von Kalecik kaum Faltungstektonik anzutreffen ist, ist sie für die Denizgiren-Schichten besonders kennzeichnend.

Die regionale Erstreckung der Schichten von Kalecik, der Grauwackenserie, des Kalkzuges von Kalecik und der Denizgiren-Schichten legt die Vermutung nahe, daß das Hauptstreichen der formenden Tektonik in der NW - SE Richtung liegt und gelegentlich bis in NNW - SSE Richtung pendelt.

Die Schichten von Kalecik sind von zahlreichen tektonischen Trennflächen durchsetzt. Die meisten Trennflächen sind mit Harnischstriemen belegt. Diese Scherungsbrüche deuten auf eine Einengungstektonik hin. Die Schichten von Kalecik sind schon vor der tektonischen Deformation atektonisch durch subaquatische Rutschungen weitgehend verformt worden. Dabei wurde ihr Schichtverband weitgehend aufgelöst.
Tektonische Einengungsfalten treten in diesem Gestein nicht mehr auf. Scherfalten sind nur lokal zu beobachten. Dagegen sind besonders von Scherflächen ausgehende Boudinagen weitverbreitet. Einige gebogene, abgebrochene Gesteinslinsen täuschen echte Falten vor. Sie sind aber sicherlich auf subaquatische Rutschungen zurückzuführen.
Die Verfolgung der tektonischen Elemente in der Grauwackenserie ist wegen des Fehlens klarer Schichtglieder sehr erschwert. Faltungserscheinungen konnten nur im Norden des Einganges des Hauptstollens 370 ermittelt werden, wo gut geschichte Partien in einigen Aufschlüssen anstehen. Das Diagramm (Tafel II/D.1) zeigt die Schichtflächenpole und die konstruktiv ermittelte ß-Achse. Die Schichtflächenpole streuen weit in einer Gürtelzone; da sie aber die beiden NW- und SE-Sektoren gleich stark besetzen, deuten sie auf eine stehende Falte hin. Die ermittelte ß-Achse mit ihrem leichtem Abtauchen in NNE oder SSW Richtung zeigt nur eine schwache Achsenverbiegung. Die Störungen, die in der Grauwackenserie meist nur schwer zu verfolgen sind, fallen in den Kalklinsen und durch die an Abschiebungen gebundenen Porphyritgänge mit ihrem fast immer NW - SE Streichen sofort auf.

Im Kalkzug von Kalecik sind zwei Verwerfungsrichtungen vorherrschend. Die NW - SE bis NNW - SSE streichenden Störungen grenzen den Kalkzug ab und werden an den relativ kleineren

NNE - SSW bis NE - SW streichenden jüngeren Störungen versetzt.

Die Denizgiren-Schichten im Südwesten des Kalkzuges von Kalecik (im Bereich der 1:1.000 Karte) zeigen sehr komplizierte Faltungserscheinungen. Neben den vorherrschenden stehenden und schiefen Falten treten auch überkippte und liegende Falten auf. Falten mit stark geneigten Achsen kommen sehr häufig vor. So zeigt z.B. die westlich von Kayalik Tepe anstehende enggefaltete Lyditlinse ein Achsenabtauchen von fast 90°. Spezialfaltungen sind oft zu beobachten.

Im Norden des erwähnten Gebietes streichen die Denizgiren-Schichten vorwiegend NW - SE und fallen nach SE ein (Tafel I/D.1). Im Süden dagegen überwiegen die NNE - SSW streichenden und WNW einfallenden Flächen (Tafel I/D.2). Im mittleren Bereich in seinem östlichen Teil wechselt das Schichtstreichen von N nach S allmählich von der Richtung NW - SE in die Richtung NNE - SSW (Tafel I/D.3). Dadurch ergibt sich ein umlaufendes Streichen. Dieses deutet auf eine Mulde hin, deren ermittelte ß-Achse ungefähr E-W streicht und stark geneigt (ca. 50°) nach W abtaucht.

Das Diagramm D.4 (Tafel I) bringt dagegen die gemessenen B-Achsen aus dem selben Bereich. Die Durchstoßpunkte der Faltenachsen erscheinen ziemlich weit gestreut. Dabei ist der NW-Sektor stärker besetzt.

Die gefaltete Serie ist von mehreren Störungen in zahlreiche Schollen zerlegt worden. In den Schichten von Kalecik wurden mehrere kleintektonische Messungen von Trennflächen jeweils in Homogenbereichen dargestellt. Die einzelnen Diagramme sind in den Tafeln III und IV wiedergegeben. Ein Sammeldiagramm (Tafel II/D.2) umfaßt die Maxima der Diagramme 1-4 und 5-8. Die Schichtflächen-

normalen beziehen sich auf die ermittelte Oberfläche des massigen Kalkes. Die anderen Maxima wurden von einzelnen Diagrammen übertragen. Bei der Analyse ließen sich die Maxima der Gefügeelemente zwei verschieden orientierten Gefügeplänen zuordnen. Der eine Plan (a', b', c') umfaßt hauptsächlich die hk0 Maxima; im zweiten Plan (a,b,c,) dagegen finden sich verschiedene Gefügeelemente. Dieser zweite Plan (a,b,c) scheint infolge einer Verschiebung einmal rotiert und nachher wieder hergestellt worden zu sein. Die mit dem zweiten Plan übereinstimmenden Gefügeelemente müßen nach Abschluß dieser Störungsbewegung entstanden sein. In dieser zweiten Phase haben sich mehrere Flächenpaare besonders die h0l-Flächen gebildet. Die große Zahl von ac- und bc-Flächen deuten darauf hin, daß bei gleichbleibendem Deformationsplan auf die Einengungstektonik eine intensive Zerrungstektonik gefolgt ist.

Das Diagramm D.3 (Tafel II) bringt die Bewegungsspuren an den gemessenen Trennflächen im Lagerstättenbereich. In dieses Diagramm wurden auch die beiden b und b' Achsen des Diagramms D.2 (Tafel II) übertragen. Man sieht, daß bei den hk0 und h0l Flächen sowohl aufschiebende als auch abschiebende Bewegungen mit flachen Winkelbeträgen stattgefunden haben. Die Harnische zeigen deutlich, daß eine Kippung in Richtung SE (bzw. E) erfolgt ist.

Die paläozoische Gesteinsfolge zeichnet sich durch Faziesverzahnung und das Fehlen von Diskordanzen aus. Hier ist mit einer einzigen Gebirgsbildungsphase zu rechnen.

Die gemessenen und ermittelten Achsen ermöglichen zwar keine eindeutige Hauptfaltungsrichtung des Paläozoikums festzustellen. Sie lassen aber wegen des Vorherrschens der NW - SE-Richtung eine NE-SW-Einengung annehmen. Die E-W und NNE-SSE-Faltungsrichtungen konnten bei dieser Einengungstektonik durch die Überprägung eines $B \perp B'$ (bzw. $B \wedge B'$) Gefüges entstanden sein.

Da in diesem Verformungsakt die Sedimente von obersilur-unterdevonischem und sicher auch jüngerem Alter mitgefaltet worden sind, ist eine kaledonische Faltungsphase auszuschließen.

Ob diese Sedimente erst in alpidischer Phase oder schon variskisch gefaltet worden sind, ist in unserem Gebiet wegen der schlechten Aufschlußmöglichkeiten schwer zu beantworten. Wir konnten keine Diskordanzen zwischen Paläozoikum und Mesozoikum beobachten. Man kann aber im Vergleich mit der Geologie der Insel Chios auf diese Frage eingehen.
Im Überblick über die Geologie von Chios (BESENECKER et al. 1968) wird berichtet, daß "die Auswirkungen der variskischen Gebirgsbildung mit Sicherheit nachzuweisen" sind. "Die devonisch - unterkarbonische Grauwackenserie" wird mit ihrer großen Mächtigkeit als eine "typische Gesellschaft geosynklinaler Sedimente" aufgefaßt. "Die Diabas - Förderung im Unterkarbon, vielleicht schon im höchsten Oberdevon" wird als Initialmagmatismus bezeichnet. Auf das Fehlen der permischen Ablagerungen in der autochthonen Gesteinsfolge wurde mit Vorsicht auf die Faltungszeit hingewiesen. Die Autoren berichten aber auch, daß die variskischen Strukturen durch die alpidischen Über- und Umprägungen meist unkenntlich geworden sind. Durch die Entdeckung eines NW bis NNW streichenden Faltensystems, das auf Metamorphikum und Paläozoikum beschränkt ist, und durch die selteneren dm-Falten nordwestlicher Richtung im Paläozoikum herrscht jedoch kein Zweifel mehr an einer variskischen Falten. Diese NW-Richtung soll nach den oben genannten Autoren die variskische Hauptfaltungsrichtung darstellen.

In unserem Gebiet wurde dieselbe NW- bis NNW-Richtung ebenfalls beobachtet. Die regionale Verbreitung der einzelnen Glieder des Paläozoikums, die Erstreckung der Porphyritgänge sowie der kleinen linsenartigen Gesteinskörper und die Mehrheit der gemessenen und ermittelten B (bzw. ß)-Achsen weisen auf diese Richtung

hin. Deshalb schließe ich mich den Autoren der Arbeiten von Chios an und ordne die Verformungen im Paläozoikum des Lagerstättengebietes und seiner Umgebung auch der variskischen Gebirgsbildung zu.

Wie von Chios und Mittelkaraburun berichtet wird, soll die alpidische Orogenese in diesem Raum mit ihren Einengungselementen sehr stark gewirkt haben. In unserem Gebiet macht sich dagegen die alpidische Gebirgsbildung nur durch größere, tiefgreifende Brüche bemerkbar. Faltungserscheinungen sind äußerst spärlich. Nur im Küstenbereich beobachtet man, daß sich die jungtertiären Sedimente in weite und leichte Falten legen.

Die Zerrungstektonik, die die paläozoischen, mesozoischen und die jungtertiären Sedimente durchzieht, bringt auffälligerweise wieder die selben Richtungen zum Vorschein. Die alte NW- bis NNW-Richtung wurde wieder aktiv und zeichnete die Hauptbruchlinien vor. Die große NW - SE streichende Störungszone (südlich des großen Tagebaues) mit dem Serpentinitvorsprung und jungvulkanischen Gängen zeigt wie tief die Zerrungstektonik der alpidischen Phase den Sockel durchsetzt. Die zweiten NNE bis NE streichenden Brüche scheinen jünger zu sein, da diese an vielen Stellen die NW bis NNW streichenden Verwerfungen versetzen. Die E - W und N - S-Störungen sind untergeordnet. Dieses Bruchsystem soll wie BESENECKER et al. (1968) berichten, mit dem Einbruch der Ägäis entstanden und bis heute noch tätig sein.

V. Die Hg-Lagerstätte Kalecik

1. Die Geschichte der Lagerstätte

In der Lagerstätte Kalecik wurden die ersten Untersuchungsarbeiten im Jahre 1903 von einer englischen Firma aufgenommen. Die Lagerstätte stand danach von 1906 - 1914 im Abbau. In dieser Zeit soll die Lagerstätte bei einem

durchschnittlichen Fördererz mit 0.55 % Hg 16.326 Flaschen Hg geliefert haben. Während des ersten Weltkrieges stand die Lagerstätte außer Betrieb. In den Nachkriegsjahren wurde der Abbau erneut aufgenommen. Von 1920 bis zum Jahre 1926 erreichte die Hg-Förderung 17.800 Flaschen. Zwischen 1927 und 1935 wurde die Lagerstätte von einer polnischen Firma geleitet. Während dieser Zeit soll sie weitere 407 Flaschen Hg gefördert haben. Von 1936 bis 1948 stand die Lagerstätte zum ersten Mal unter der Leitung türkischer Firmen. In dieser Zeit hat man 3.756 Flaschen Hg produziert. Zwischen 1948 und 1955 wurde sie wieder stillgelegt. Ab 1955 bis 1969 war sie wiederum mit mehreren Unterbrechungen im Abbau. In diesen Betriebsjahren konnten nur etwa 500 Flaschen Hg produziert werden. Somit hat die gesamte Hg-Förderung rund 22.500 Flaschen erreicht.

Im Jahre 1969 wurde die Lagerstätte an die neugegründete Firma "Türk Civa A.Ş." übergeben. Im Auftrag der Türk Civa A.Ş. wurde die Lagerstätte zwischen 1969 und 1971 von der Ingenieurfirma Metag mit verschiedenen Forschungsmethoden untersucht. Die Lagerstätte wird derzeit für den erneuten Abbau hergerichtet.

2. Alter Bergbau und Literaturübersicht

Der erste Abbau ging von einem kombinierten Abbausystem aus. Der große Tagebau und einige Untertagestrecken sollen die ersten Erze gefördert haben. Am Anfang hatte man die Fördererze mit einer Förderbahn zur Verhüttung transportiert. Nachher wurde die Untertagestrecke 370 gebaut und die Erze wurden durch die verschiedenen Schächte zuerst in diese Strecke geschüttet und dann dort weiter transportiert. Diese Strecke diente jedoch nicht nur als Förderstrecke, da sich an ihrem Ende einige 8 bis 10 m hohe, höhlenartigen Räume befinden. Es ist sicher, daß

hier erhebliche Mengen Erz abgebaut worden sind. Die Wände und die Stützpfeiler sind von weißen Ausblühungen bekleidet. Eine Überprüfung ergab ferner, daß sie noch über reiche Zinnobervererzung verfügen.

Südlich des großen Tagebaues befindet sich das sogenannte Çakmak-Revier. Hier sind auch verschiedene bergmännische Anlagen zu sehen. Südlich von "Çakmak" befinden sich 3 untereinander gelegene Hohlräume. Hier enthalten die Wände und die Stützpfeiler in unregelmäßigen Nestern angereicherte Zinnobererze.

Die Hg-Lagerstätte Kalecik wurde bis jetzt von vielen Autoren bearbeitet. Im folgenden werden die Ansichten dieser Autoren, nach der zeitlichen Reihenfolge kurz wiedergegeben.

Die älteste Begutachtung stammt von D'ACHIARDI (1903). Er beschäftigte sich besonders mit der Frage der Entstehung. Er sah in den umliegenden Basalten den Erzbringer.

GOODWIN, ATABEK, DAUSCH, TRÖGEL (1927 - 1932) schließen sich bei der genetischen Frage der Meinung von D'ACHIARDI (1903) an. Weiterhin berichten sie über Beschaffenheit und Lagerung der Erzkörper, Erzführung, Abbau, Aufbereitung und Verhüttung. Sie alle äußern die Hoffnung daß der sich in NW - SE bis NNW - SSE Richtung erstreckende Erzkörper eine erhebliche Tiefenfortsetzung haben solle. Über die Verkieselungen und Verdrängungen des Nebengesteins und über die Rolle bituminöser Schichten bei der Verdrängung bestehen unterschiedliche Auffassungen.

TRÖGEL (1927 - 1932) und ATABEK (1936) unterschieden 7 Erzzonen. Die NNW - SSE streichenden Zonen (I und IV - V) bezeichneten sie als Hauptzonen. Die anderen Erzzonen (II, III, IV und VII) sollten dann die Nebenzonen darstellen, die quer zu den Haupterzlagern in NW - SE-Richtung verlaufen.

YENER (1938) beschreibt die Lagerstätte und betont, daß der Erzkörper sich in einem Horst befindet und in der N-S-Richtung eine fast 200 m streichende Länge und etwa 60 m Breite besitzt. Er endet im Norden an einer E - W streichenden und mit 65° S einfallenden Störung. Der Autor berichtet auch über die Paragenese und weist darauf hin, daß in den oberen Teilen der Lagerstätte neben Zinnober ged. Hg, Metacinnabarit und Kalomel vorkommen, als Gangarten gibt er Gips und Schwerspat an.

Von GJELSVIK und ERIKSON (1957) wurde zum ersten Mal auf die unmittelbaren Nebengesteine der Zinnobererze in Kalecik aufmerksam gemacht.

HÜLL (1966) unterscheidet sieben linsenförmige Erzhorizonte, die meist an stratigraphisch-faziellen Grenzen übereinander liegen sollen. Über die Begleitgesteine berichtet er wie folgt: "Begleitgesteine des ersten, dritten und siebenten Erzhorizontes sind saure, vulkanische Restbildungen, nämlich submarin geförderte, sehr kieselsäure-reiche Tuffite, Tuffe und Laven der obergotlandischen Kalecik Schichten. Der fünfte, sechste und teilweise auch der siebente Erzhorizont, deren Metallgehalt wohl auf Exhalationen ins Meer zurückzuführen ist, sind verbunden mit kieseligen Karbonaten, bevorzugt dolomitischen Charakters." Als Erzmineralien erwähnt er Zinnober, Metacinnabarit, Markasit, Pyrit, Arsenkies, Vaesit und einen Mischkristall aus Vaesit und Ullmannit. Er beschäftigt sich vor allem auch mit der genetischen Frage und weist anhand verschiedener Argumente darauf hin, daß die Vererzung in keinerlei genetischem Zusammenhang mit den Augitandesiten (von anderen Autoren Basalte genannt) stehen kann. Er lehnt auch die von allen anderen Autoren vertretene epigenetisch-magmatisch-hydrothermale Bildungsweise der Erzkörper auf Grund seiner feldgeologischen und mikroskopischen Befunde ab. Er macht besonders auf die mm-rhythmischen

Feinschichtungen und synsedimentären bzw. paradiagenetischen Verformungen der erzführenden Sedimente aufmerksam. Nach seiner Ansicht soll die Vererzung syngenetisch-submarin-sedimentär entstanden sein. Besonders in dem fünften Erzhorizont sieht er diese Bildungsweise außer Zweifel. Er ordnet die Hg-Lagerstätte Kalecik einer dem Gotlandium zugehörigen metallogenetischen Epoche der Sb - W - Hg-Formation im Sinne von MAUCHER (1965) zu.

LEHNERT-THIEL (1969) kritisiert die Meinung von HÖLL und vertritt erneut eine epigenetisch-magmatisch-hydrothermale Bildungsweise. Er weist darauf hin, daß die Vererzung von einem präkristallinen tektonischen Kluftsystem kontrolliert wird. Nach seiner Ansicht sollten die erzbringenden Lösungen in der Scheitelzone einer paläozoischen Antiklinale den älteren tektonischen Strukturen gefolgt sein und sie ausgefüllt haben. Als Erzbringer sieht er die neogenen Vulkanite von andesitisch bis basischem Chemismus, die zwar in der Lagerstättenumgebung nicht vorkommen, aber von den anderen Teilen der Karaburun-Halbinsel bekannt sind. Nach seiner Meinung ist es nicht ausgeschlossen, daß auch in dem Lagerstättengebiet ein sauerer Magmenkörper in der Tiefe stecken kann. Für das Alter der Vererzung gibt er die Zeitwende Miozän-Pliozän an. Der Autor hält es daher für möglich, daß alle Formationen des Gebietes, Neogen einbegriffen, vererzt sein könnten. Deshalb könnte nach seiner Meinung die ganze Karaburun-Halbinsel, mit Ausnahme der Gebiete der massiven Akdağ Serie, die wahrscheinlich das Austreten der Erzlösungen durch ihren mächtigen massiven Bau verhindert, für die Erzprospektion in Frage kommen.

3. Beschreibung der Lagerstätte

Die Lagerstätte ist ausschließlich an die Schichten von Kalecik gebunden und besteht aus zwei Teilen, die voneinander durch die große NW-SE streichende Störungszone mit Serpentiniteinsprung getrennt sind. Der nordöstliche Teil - das Haupterzvorkommen - läßt sich in NNW-SSE Richtung etwa 500 m mit vielen Vertaubungen verfolgen. Das südwestliche wirtschaftlich unbedeutende sehr spärlich erzführende Vorkommen – das Nebenerzvorkommen – grenzt im Süden an die Störungszone und besitzt eine Länge von ca. 200 m in der NW-SE Richtung.

Eine zweite, der großen Störungszone parallele Störung trennt das Haupterzvorkommen in zwei Teile.

3.1 Die Nordseite des Haupterzvorkommens

Eine schachbrettartige Tektonik, die hauptsächlich aus NW-SE und untergeordnet E-W bis WSW-ENE streichenden Brüchen gekennzeichnet ist, hat den nördlichen Teil des Haupterzvorkommens in mehrere Schollen zerlegt. Viele dieser erzführenden Schollen lassen sich in nordnordwestlicher Richtung verfolgen. Bei den Stollenarbeiten ergab sich, daß die Verschiebungsbeträge einige Zehnermeter nicht überschreiten.

Die treppenartig hochgehobenen oder abgesunkenen Schollen erweisen sich durch Verwertung der stratigraphischen Erkenntnisse als Teile der ehemals zusammengehörigen Erzlager. Diese Erzlager sind stets schichtgebunden und zeigen unterschiedliche Vererzungstypen in verschiedenen Erzträgergesteinen.

3.1.1 Die Erzlager 2 und 3

(Vererzungstyp in der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie).
Die Erzlager 2 und 3 in der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie sind aus einem ehemals einheitlichen Erzhorizont durch tektonischer Zerlegung hervorgegangen. Sie werden nach tektonischen Gesichtspunkten in die Bereiche 2a, 2b, 2c sowie 3a, 3b, 3c unterteilt. Diese Bereiche zeichnen sich durch Niveaubeständigkeit aus und enden scharf an Störungen.

Die Lager 2a, 2b und 2c wurden im Hauptstollen 370 angefahren. 3a befindet sich im Niveau 416 m, 3b und 3c stehen an dem östlichen Hang des großen Tagebaues an und stellen wahrscheinlich die Reste des mächtig entwickelten Erzlagers dar, das bereits früher weitgehend abgebaut worden ist. Der Hauptstollen 416 durchquerte auch die östliche Fortsetzung des Lagers 3b.

Die Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie, die nach ihrem äußeren Aussehen eintönig erscheint, enthält in ihren einzelnen Lagen jedoch wichtige lithologische Unterschiede. Diese Unterschiede beziehen sich vor allem auf die erzführenden Partien. Schon bei der oberflächlichen Betrachtung fällt auf, daß die Zinnobervererzungen auf die kompakten, aus feineren Komponenten bestehenden Horizonte beschränkt sind. Diese tiefschwarz aussehenden, pyritreichen Partien sind in der Regel mehr oder weniger verkieselt. Zinnober kommt in ihnen als Imprägnationsvererzung in Form von unregelmässigen Durchstäubungen, in weitverbreiteten Schlieren und in Erzfällen in gröberen Erzpartikeln vor. Er findet sich ferner auch in Form von mm-dicken, mit Pyrit wechsellagernden Feinschichten und selten in kleinen diskordanten Rissen. Diese Risse stehen fast immer mit Zinnober-führenden

Lagen in Verbindung. Echte Klufterze und gangförmige Vererzungen fehlen dagegen vollkommen. Die variskische Tektonik ist mit Sicherheit jünger als die Erze. Man beobachtet öfters an den variskisch geprägten Verwerfungsflächen deutliche Harnischstriemungen mit Zinnober und Pyrit. Zwischen der Vererzung und den Erzträgergesteinen bestehen enge Beziehungen. Die Brekzienbildung, die das Hauptmerkmal des Trägergesteins ist, betrifft auch die Vererzung. Es kommen oft zerbrochene Pyrit- und Zinnoberlagen vor, die sich wie die übrigen Gesteinskomponenten verhalten. Man findet im Erz ferner mit dem Nebengestein gemeinsam auftretende paradiagenetische Stauchungen und Rutschfalten. An den mit Schleifmarken belegten Flächen beobachtet man gelegentlich geschleifte Zinnoberpartikel.

Die Trägergesteine dieses Vererzungstypes erweisen sich u.d.M. als kieselsäurereiche Tuffe und Tuffite. Die petrographische Beschreibung und genetische Deutung dieser Gesteine wurde erstmals von HÖLL (1966) vorgelegt.
Bei den mikroskopischen Untersuchungen ergaben sich folgende Resultate:
Zinnober ist stets allotriomorph bis hypidiomorph. Er findet sich in der Grundmasse in Form feiner Imprägnationen und zeigt eine intensive Vermischung mit der Matrix. Neben den weitverbreiteten Imprägnationen sind Verdrängungserscheinungen sehr selten. Bei reicher Zinnoberführung werden die anderen Gesteinskomponenten völlig vom Erz umschlossen, sonst finden sich viele kleine Zinnoberkörner zwischen den einzelnen Brekzienkomponenten und feine Zinnobereinschlüsse in den Haarrissen der Quarze. Gelegentlich beobachtet man in den mikrokristallinen, seltener faserig-undulösen Anwachssäumen der Quarze reichlich Zinnoberteilchen. In einem Bohrkern, der aus dem oberen Teilen der Vererzung stammt, wurden feinste Zinnoberkörnchen auf detritischen Quarzkörnern beobachtet. Diese Quarzkörner zeigen im Gegensatz zu dem vorangehenden Beispiel homoaxiale Anwachssumen., die die Zinnoberteilchen ebenfalls einschließen. Diese Gefüge ähneln weitgehend den von A. MAUCHER & F. SAUPE (1967) beschriebenen und abgebildeten Gefügemerkmalen von der Zinnoberlagerstätte Almaden (Spanien).

Die Pyrite zeigen verschiedene Ausbildung. Neben dem vorherrschenden dispersen Pyrit treten rhythmischer und dichter Pyrit auf. Pyritknollen und konzentrierte Pyritlagen sind mitunter vertreten. Gesteine mit feinkörnigem Pyrit zeichnen sich durch ihre tiefschwarze Farbe, im verwitterten Zustand durch ihre mürbe Beschaffenheit aus.

3.1.2 Das Erzlager 4

Das Erzlager 4 (mit Unterteilungen 4a, 4b und 4c) stellt den Vererzungstyp in den mergeligen Detrituskalken der pyroklastischen Gesteine dar. Dieses Erzlager wurde in den südöstlichen Abzweigungen des Hauptstollens 416 angefahren. Das Lager 4a befindet sich in verkieselten Teilen, die Lager 4b und 4c dagegen in instabilen Partien dieses Gesteins. Im Lager 4b und 4c findet sich Zinnober in unregelmäßigen Erzanreicherungen aus Schlieren und Imprägnationen. In den verkieselten Partien treten neben schlierenartigen Erzfällen und weitverbreiteten Imprägnationen auch feinschichtige Ablagerungen von Zinnober und Nebengestein auf. Dieser konkordante Schichtverband weist auf eine externe Anlagerung von Zinnober hin. Die Feinschichten sind infolge subaquatischer Rutschungen atektonisch verbogen und gegeneinander versetzt. Außer diesen primären Vererzungen beobachtet man gelegentlich resedimentierte Zinnoberführende Partikel der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie in den mergeligen Detrituskalken.

3.1.3 Die Erzlager 5 und 6

(Der Vererzungstyp in den Tuffen und Tuffiten der pyroklastischen Gesteine).
Der Erzlager 5 ist am obersten Teil des Osthanges des großen Tagebaues aufgeschlossen. Seine Tiefenfortsetzung wurde in den südöstlichen Abzweigungen des Hauptstollens 416 angefahren. Dieses Erzlager ist charakterisiert durch seine weite Verbreitung, jedoch geringe Erzführung. Die Nebengesteine sind kieselsäurereiche Tuffe und Tuffite. Die Vererzung tritt in Form von unregelmäßigen Durchstäubungen auf.

Das Erzlager 6, von früheren Bearbeitern der Lagerstätte "North Bluff" genannt, befindet sich im Norden des großen Tagebaues in den weitgehend verkieselten Partien der Tuffe und Tuffite. Dieses Lager zeichnet sich durch vereinzelte sehr kleine Zinnober-führende Risse aus.

3.2 Die Südseite des Haupterzvorkommens

3.2.1 Das Erzlager 1 (mit Unterteilungen 1a, 1b und 1c)

Wie bereits (S. 36) erwähnt, wird das Haupterzvorkommen tektonisch in zwei Teile zerlegt. Das Erzlager 1 bildet den tektonisch abgetrennten Südteil des Haupterzvorkommens. Es liegt in der rotierten "Hangendscholle", deren NW-Seite gegenüber der Südostseite herausgehoben wurde, so daß das Erzlager 1 im Çakmak Revier zu Tage ausstreicht (Profil 6-6'). Seine hier erschlossene scheinbare Tiefenerstreckung entspricht in Wirklichkeit, aufgrund der Rotation, der Breitenerstreckung des Erzlagers. Die durch Aufschlüsse, Schürfungen, Bohrungen und Stollen nachgewiesene Breite überschreitet nirgendwo 150 m. Die abbauwürdigen Teile besitzen meist 40 - 50 m Breite.

Das Erzlager besteht in seinen liegenden Partien hauptsächlich aus feingeschichteten, (teilweise verkieselten) Tuffiten der pyroklastischen Gesteinsfolge. Die linsenartig auskeilenden Tuffite enthalten vereinzelte, selten angereicherte Zinnoberimprägnationen, die schichtkonkordant alternieren. Auf diese Tuffite folgen verkieselte Karbonatgesteine, die in ihren oberen Lagen eine starke Verzahnung mit den ebenfalls verkieselten Pyroklastika zeigen. Hier führt der obere Teil des ersten Erzlagers reichlich Zinnober, besonders in einem netzartigen Rißwerk auf Klüften und Verschiebungsflächen. Diese auffälligen Klufterze stehen in den heute noch zugänglichen Teilen der alten Tagebaue im Çakmak Revier an. Neben

dieser diskordanten Vererzung findet man in den unteren Partien des ersten Erzlagers, dort wo die verkieselten Karbonate mit der Sandstein-(Siltgestein)-Tonschiefer-Brekzie ohne feinschichtige Tuffite wechsellagern, wieder schichtige Vererzung. In der Bohrung K 1/3 wurde eine stark verkieselte Inhomogenitäts-Brekzie von weißem Kalk im schwarzen Tuffit durchgeteuft. In den Tuffitlagen treten s-parallele, boudinierte Zinnoberlinsen und submarin verformte Pyritfeinschichten auf.

3.3 Das Erzlager 7

In den südwestlichen Abzweigungen des Hauptstollens 416 wurde eine fossile, teilverfestigte Schuttbrekzie angefahren. In dieser findet sich eine polymikte Vergesellschaftung der besprochenen Gesteinsarten, einschließlich der Zinnober-führenden, verkieselten Gesteine. Diese Schuttbrekzie befindet sich inmitten der großen Störungszone, die wahrscheinlich bis in die Gegenwart aktiv geblieben ist. Das Erzlager 7 wird im SW durch eine der Störungszone subparallele Aufschiebungsfläche begrenzt. Der Kalk von Kalecik wurde an dieser Aufschiebung über dieses Erzlager bewegt.

3.4 Das Erzlager 8 (Nebenerzvorkommen)

Das Erzlager 8 stellt den Vererzungstyp in den feinschichtigen Karbonaten der pyroklastischen Gesteine dar. Dieses Lager wurde in der Bohrung K 1/9 angetroffen und durch den Hauptstollen 416 angefahren. Es ist ein kleines linsenförmiges Lager mit 130°/40° SW. Die Vererzung besteht aus diffusen Imprägnationen und vereinzelten, sehr kleinen Kluftfüllungen.

Die Fortsetzung der achten Erzlagers wird wegen der noch geringen Erzführung als Nebenerzvorkommen bezeichnet. Diese Mineralisation findet sich an der S-Seite der großen Störungszone und ist an der Oberfläche in sehr vereinzelten Aufschlüssen fast 200 m zu verfolgen.

4. Genese

Die Genese der Lagerstätte Kalecik kann nur bei Berücksichtigung des Mineralbestandes, der Trägergesteine, der Gefüge und Verbandsverhältnisse beurteilt werden. Dieses Zinnobererzvorkommen ist auf eine Sonderfazies beschränkt, die sich als Turbidite mit Betätigung von Tuffen und Tuffiten (Schichten von Kalecik) erweisen. In diesem Komplex kommt Zinnober nur in bestimmten Horizonten vor, welche entweder vulkanisches Material (mit saurem Charakter) enthalten oder durch die unmittelbare Nähe von Pyroklastika gekennzeichnet sind.

Die einfache Mineralparagenese der Lagerstätte die von HÖLL (1966) eingehend untersucht wurde besteht aus "Zinnober, Metacinnabarit, Pyrit, Markasit, Arsenkies, Vaesit und einem Mischkristall aus Vaesit und Ullmanit".

Bei der Beschreibung der Lagerstätte wurde auf einen dominierenden schichtigen und einen lokal auftretenden diskordanten Vererzungstyp hingewiesen. Der schichtige Vererzungstyp findet sich hauptsächlich in Tuffen und Tuffiten der Turbidite und zeigt folgende genetischen Merkmale:

a) Niveaubeständigkeit der Erzlager; Begrenzungen an Störungen oder schichtkonkordantes Vertauben
b) Wechsellagerungen von Zinnober-Pyrit und Nebengesteinsfeinschichten
c) Gemeinsame paradiagenetische Verformungen von Trägergestein und Erzmineralisation
d) Geschleifte Zinnoberpartikel an den mit Schleifmarken belegten Schichtflächen (Extern-Anlagerung auf dem freien Meeresboden)
e) Das Auftreten der Zinnoberkörner in den Anwachssäumen der Quarze (Zinnoberzufuhr vor der Diagenese)
f) Harnische von Zinnober und Pyrit an den polierten Scherflächen der Einengungstektonik (Prätektonische Erzanlagerung).
g) Das Fehlen der Teufenunterschiede und jeglicher Hinweise

für tertiäre aszendente Zufuhren.

Diese Merkmale in den erzführenden Tuffen und Tuffiten weisen auf Schichtgebundenheit der primären Vererzung und die Altersgleichheit der Erzmineralisation und der vulkanogenen Gesteine hin.

Einen weiteren Beweis für den synsedimentären Charakter erbringen resedimentierte Zinnober-führende Partikel in den jüngeren Schichten der gleichen Gesteinsfolge. Die diskordante Vererzung tritt in der großen NW - SE streichenden Störungszone auf. Sie findet sich in denselben Gesteinen, die auch die Trägergesteine der synsedimentär-paradiagenetischen Vererzung sind. Auch die diskordanten Vererzungen werden von einer starken Verkieselung begleitet. Die transportierenden Lösungen haben also neben dem Zinnober reichlich Kieselsäure enthalten. Das gemeinsame Auftreten der diskordanten Vererzungen mit den primär-sedimentären Vererzungen und ihr Fehlen außerhalb der primärerzführenden Gesteine zwingt zu dem Schluß, daß es sich hier um mobilisierten Stoffbestand aus der Primärvererzung handelt, der auf tektonisch vorgezeichneten Bahnen innerhalb der großen Störungszone umgelagert worden ist. Hierfür spricht vor allem die Tatsache, daß sich diese diskordante Vererzung nicht in tiefere oder höhere Teile des Schichtverbandes verfolgen läßt, also keine echten durchgehenden Gänge vorliegen. Die feinen Kluftbestege und die an die Störungen gebundenen Kluftfüllungen haben eine weitere mechanische Beanspruchung erfahren.

Harnische des Zinnobers auf den hk0 Scherflächen sowie weitgehende Mylonitbildungen der Erze weisen darauf hin, daß diese sekundäre diskordante Vererzung im Frühstadium der variskischen Tektonik entstanden sein muß. Jungvulkanische Gänge und hochgeschleppte Serpentinite, die in der größeren Störungszone auftreten, sind nirgendwo vererzt. Sie schneiden den Erzkörper immer scharf ab. Sie sind

also sicher jünger als die schichtigen und die diskordanten Vererzungen und stehen mit der Erzzufuhr in keinem genetischen Zusammenhang.

VI. Schlußfolgerung

Das untersuchte Lagerstättengebiet im nordöstlichen Teil der Halbinsel Karaburun wird hauptsächlich von einer Folge altpaläozoischer Gesteine aufgebaut, die durch starke Faziesverzahnungen und das Fehlen deutlicher Diskordanzen gekennzeichnet ist. Diese Schichtfolge besteht zum überwiegenden Teil aus eintönigen Grauwacken-Sandstein-Tonschiefer-Serien. In sie zwischengeschaltet kommen Kalklagen und Tuffite vor. Kieselschiefer, gröbere Klastika (Konglomerate) und grobkörnige Pyroklastika sind relativ selten.

Im Lagerstättengebiet wurde auf eine Sonderfazies (Schichten von Kalecik) hingewiesen, die sich in einem langgezogenen, tiefgelegenen Trog aus mehreren Suspensionsströmen in Gefolgschaft von saurem Vulkanismus als Turbidite abgelagert hat.

Die normale paläozoische Schichtfolge besteht aus der sogenannten Grauwacken-Serie, dem Kalk von Kalecik und den Denizgiren-Schichten.

Der Kalk von Kalecik kann in den Zeitabschnitt Obersilur-Unterdevon eingestuft werden.

Das paläozoische Schichtpaket wurde tektonisch intensiv durchbewegt. Eine kaledonische Faltung ist nicht nachweisbar. Das Hauptstreichen der variskischen Tektonik liegt in NW-SE-Richtung.

Die Zinnoberlagerstätte Kalecik ist eine schichtgebundene Lagerstätte mit primär syn- bis paradiagenetischen Erzabscheidungen. In Übereinstimmung mit HÖLL (1966) werden die Begleitgesteine der primären Vererzung als "submarin geförderte, sehr kieselsäurereiche Tuffe und Tuffite" bezeichnet.

Die Erze stehen genetisch mit diesem sauren Vulkanismus im Zusammenhang. Die erste primäre Erzanlagerung wurde im Turbidittrog als lagebeständiger Horizont ausgebildet. Die Erzförderung dauerte während der vulkanischen Tätigkeit lange an. Daher finden sich in "jüngeren" Horizonten des vererzten Schichtpaketes neben typisch schichtigen Zinnoberanlagerungsgefügen auch bereits umgelagerte zinnoberführende Resedimente "älterer" Lagen derselben Gesteinsfolge. Die Verkieselung der primären Erzanlagerungen steht in direktem Zusammenhang mit der vulkanogenen Kieselsäurezufuhr. Die sekundäre, diskordante Vererzung dürfte während der variskischen Tektonik durch Mobilisation der primären Vererzung entstanden sein.

Die erzführenden "Schichten von Kalecik" sind etwas älter als die obersilurisch-unterdevonischen Kalke von Kalecik. Die variskische Tektonik ist mit Sicherheit postkristallin gegenüber den schichtigen Vererzungen erfolgt. Das Alter der primär-schichtigen Vererzung ist mit mindestens "obersilurisch" festgelegt. Die mobilisierten Erzanteile sind variskisch. Die Jungvulkanite enthalten nirgendwo Erzmineralisationen.

Die primäre Vererzung kann nicht, wie dies LEHNERT-THIEL (1969) wieder annimmt, erst im Zusammenhang mit dem Kreide-Tertiär-Vulkanismus epigenetisch-magmatisch-hydrothermal zugeführt worden sein.

Meine Befunde stimmen mit der genetischen Deutung von HÖLL (1966) überein.

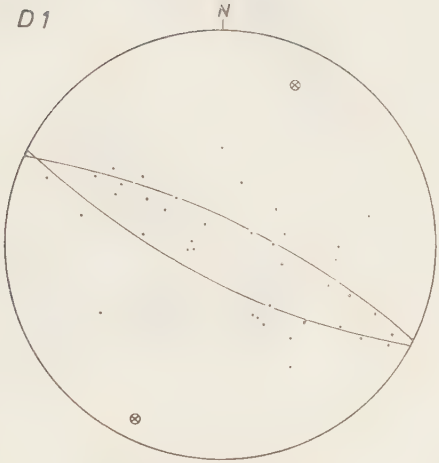
Die Zinnoberlagerstätte von Kalecik ist aufgrund ihrer nachgewiesenen genetisch stratigraphischen Abhängigkeit dem zeitgebundenen altpaläozoischen Maximum der Sb-W-Hg Formation im Sinne von A. MAUCHER (1965) zuzuordnen.

Tafel I

Diagramme aus den Dinizgiren–Schichten
(o = B - Achsen ; · = ss - Flächenpole)

Tafel II

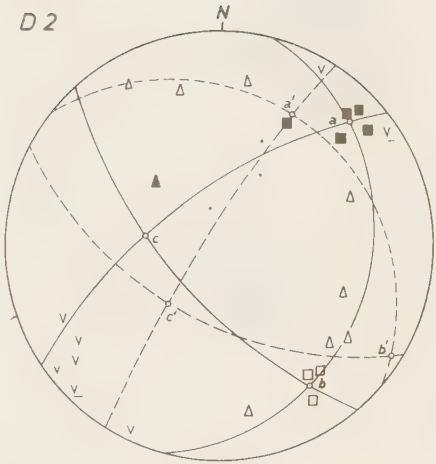
D 1



• = ss-Flächenpole (Grauwacken-Serie)

⊗ = konstruktiv ermittelte ß-Achse

D 2



□ = ac

■ = bc

V = (h0l)

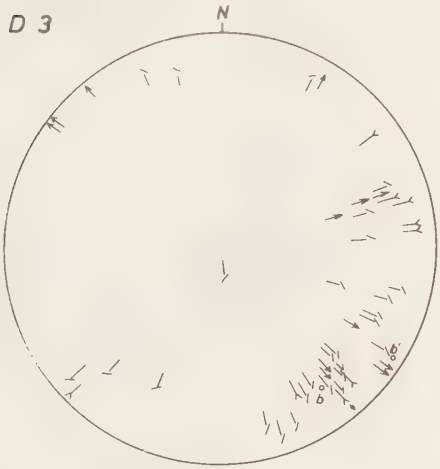
Δ = (hk0)

▲ = (0kl)

• = ss

Sammeldiagramm

D 3



Bewegungsspuren:

↓ Abschiebung

Y Aufschiebung

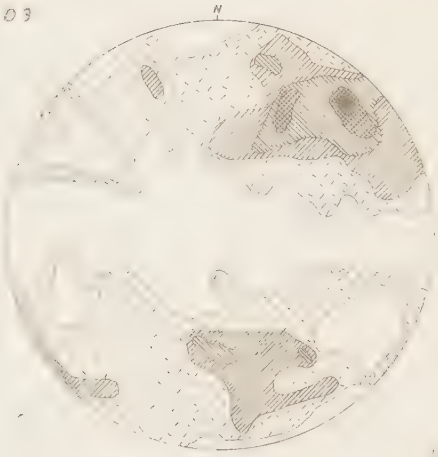
Richtung nicht zu erkennen

D 1

1
13
19

207 kl - Flächenpole
15 st - Flächenpole

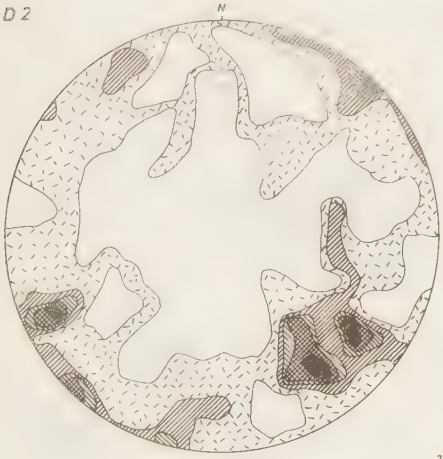
D 3



1
9
12
16

190 kl - Flächenpole
35 st - Flächenpole

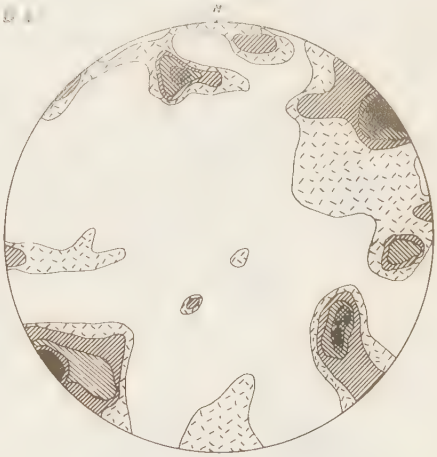
D 2



3
5
7
8
12

125 kl - Flächenpole

D 1

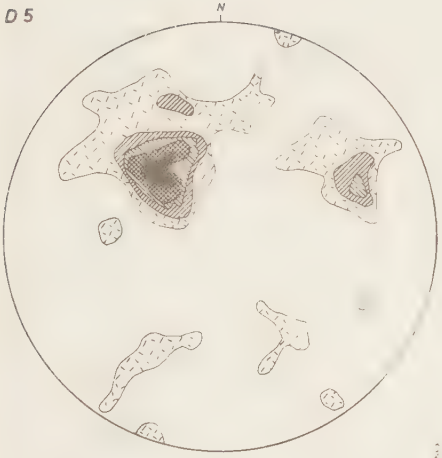


1
2
3
4
6

53 kl - Flächenpole

Tafel IV

D 5

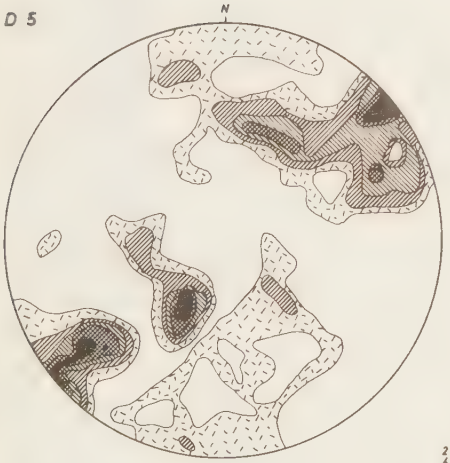


52 kl - Flachenpole

D 7

35 kl - Flächenpole

D 5



76 kl - Flächenpole

D 8

52 kl - Flächenpole

Legende

Känozoikum

- Fossile Schuttbrekzie
- Jungtertiäre Sedimente
- Jungvulkanite

Mesozoikum

- Mesozoische Kalke
- Konglomeratserie
- Serpentinit

Paläozoikum

- Denizgiren-Schichten
- Kalk von Kalecik
- Die Grauwacken Serie
- Feinschichtige Tuffite
- "Pyroklastische" Gesteine
- Hochverkieselte Gesteine
- Massige helle Kalklagen
- Sandstein-(Siltgestein)--Tonschiefer Brekzie

} Schichten von Kalecik

- Verkieselung
- Limonitisierung
- Arme Hg-Vererzung
- Hg-Reicherze
- Deponie
- Haufwerk

- Bergrutsch
- Schuft
- Schichtgrenze
- Vermutete Schichtgrenze
- Streichen und Fallen der Schichtflächen (70)
- Klüfte (70)
- Vererzte Klüfte (70)
- Verwerfung (allgemein)
- Verwerfungsbrekzie
- Abschiebung (70)
- Aufschiebung (70)
- Stollen mit Stollenmundloch (1970–1971)
- Alter Stollen mit Stollenmundloch (vor 1970)
- K 1/2 Bohrung (Metag)
- K.17 Bohrung (M.T.A.)
- Schacht
- Schurfgraben
- Bohrung
- 2 2' Profillinien
- PP 23 Polygonpunkt
- Verhüttungsrückstände
- 6, 1a, 2b, Erzlager

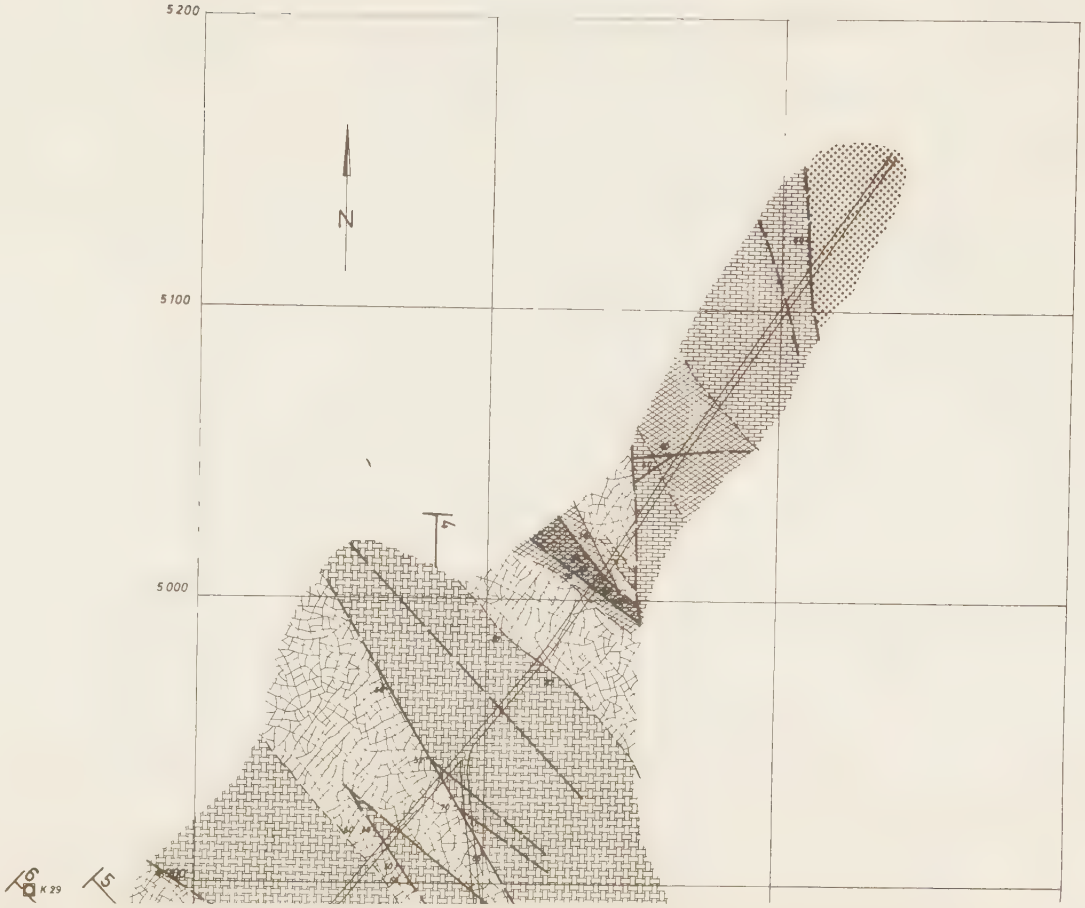
Geolog sch
der Zinnobe ge
(nor her

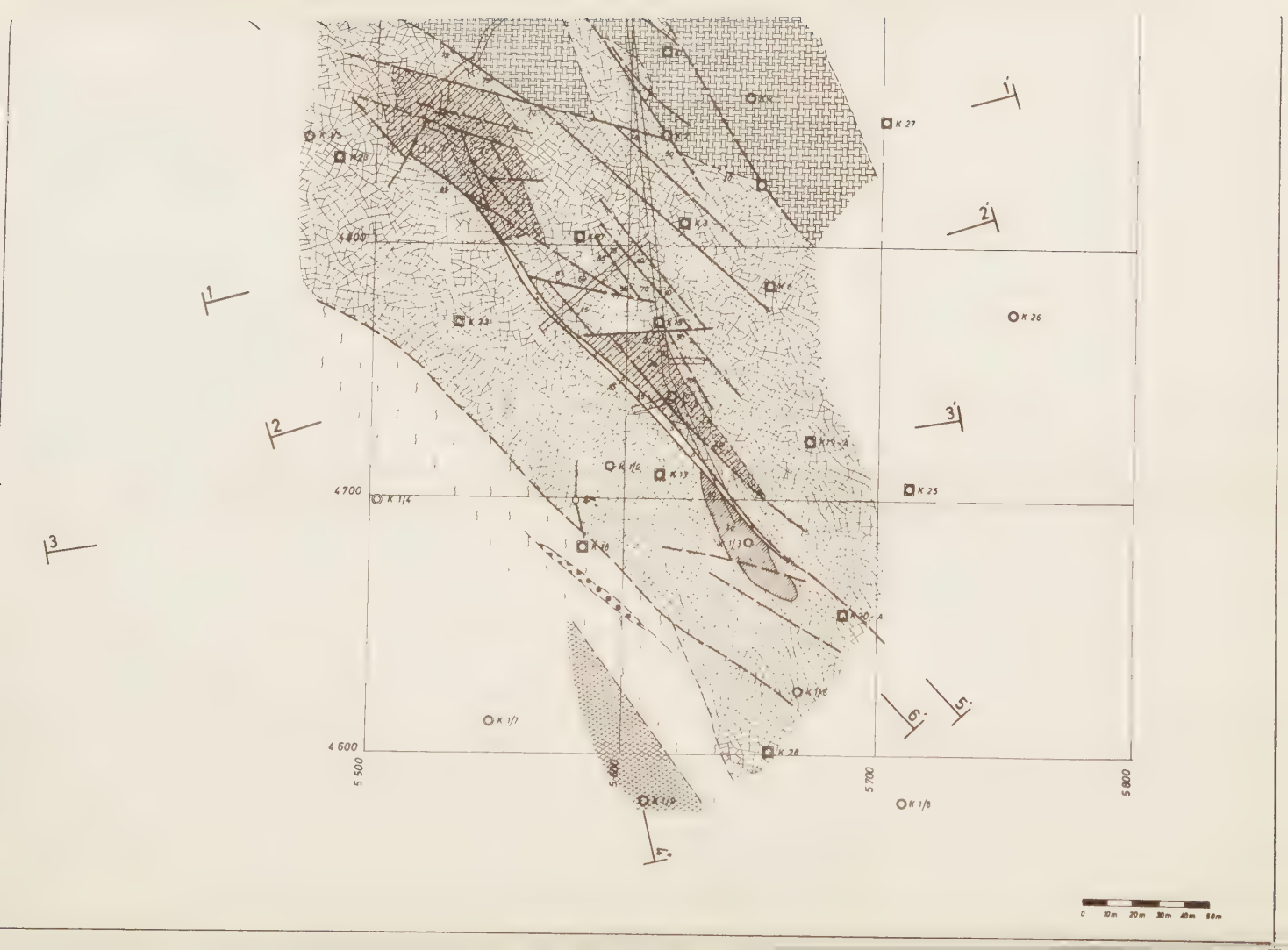
sche Karte
lagerstätte Kalecik
dlicher Teil)

Geologische
der Zinnoberlager
(südlicher

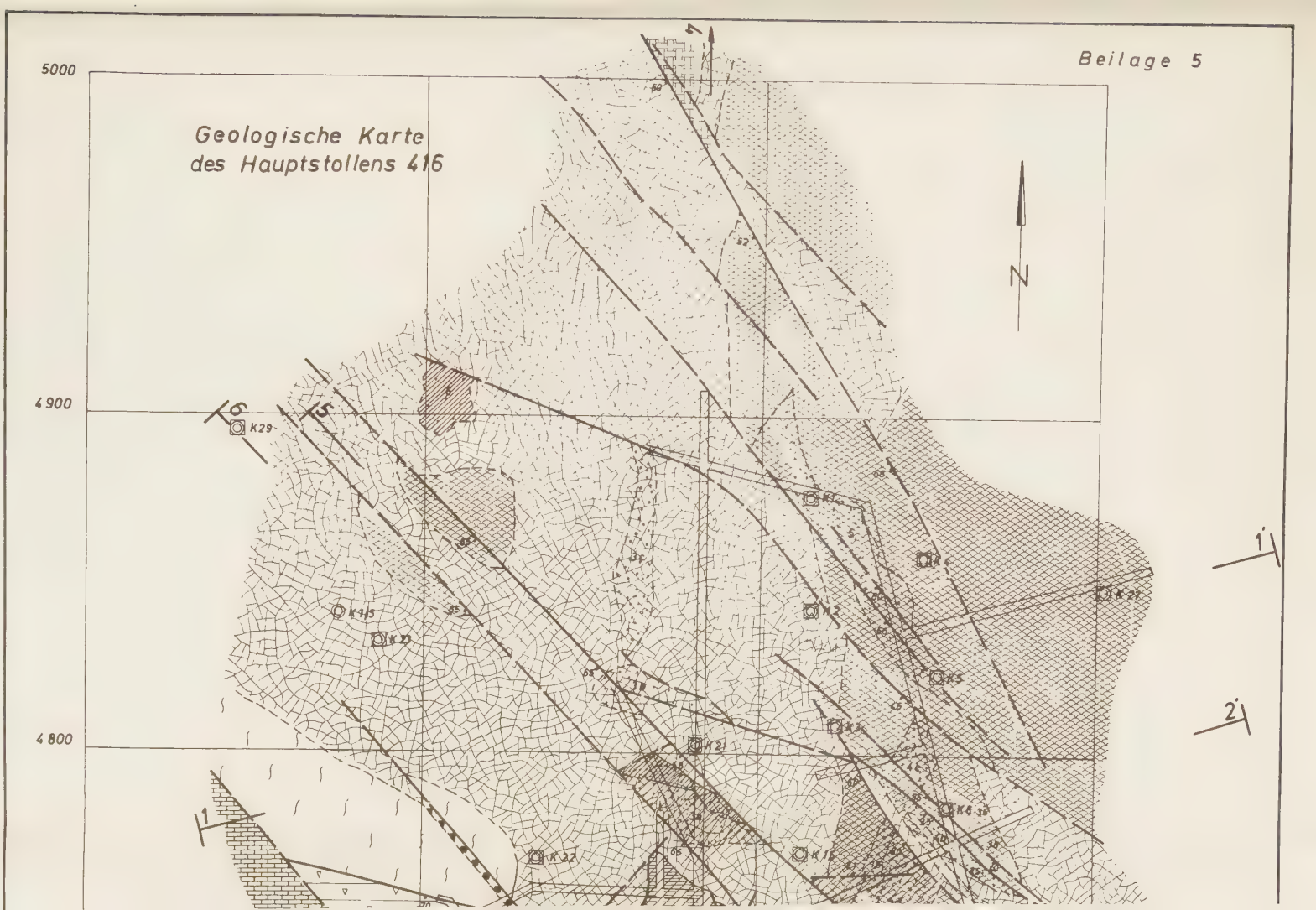
Karte
stätte Kalecik
Teil)

Geologische Karte des Hauptstollens 370





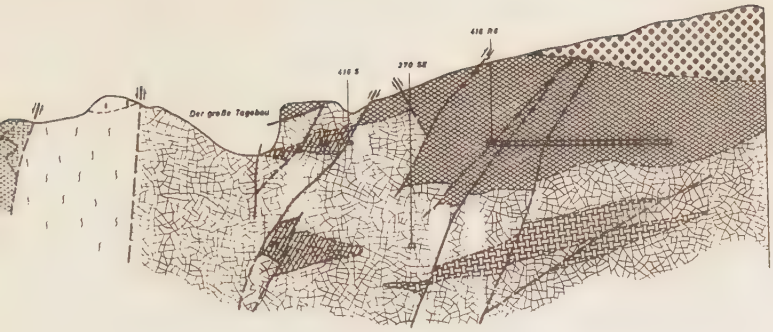
K 27
K 26
K 25
K 1/4
K 1/7
K 1/8
K 28
K 1/9
K 1/2
K 17
K 18
K 1/3
K 20-A
K 19-A
K 6
K 3
K 15
K 23
K 20
4800
4700
4600
5 500
5 600
5 700
5 800
1
2
3
1'
2'
3'
4'
5'
6'
0
10m
20m
30m
40m
50m


Beilage 5
Geologische Karte
des Hauptstollens 416
5000
4900
4800
N
K29
K1
K2
K5
K21
K22
K15
1
1'
2'
5
6

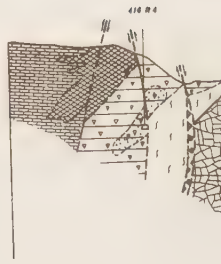
4 700
4 600
5 400
5 500
5 600
5 700
K 1/1
K 1/2
K 1/3
K 1/4
K 1/5
K 1/6
K 1/7
K 1/8
K 1/9/A
K 17
K 20/A
K 25
K 28
0
10m
20m
30m
40m
50m

Profile zu den geologischen Karten

1'

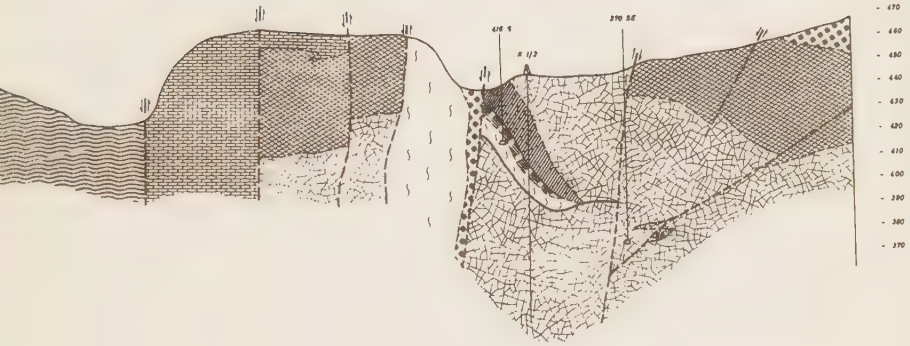


2



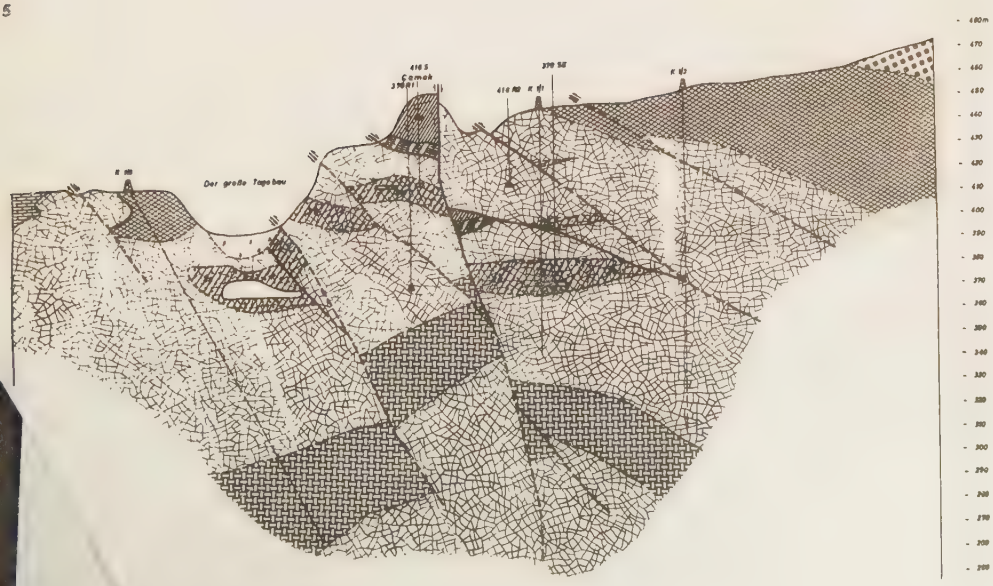
4

3'

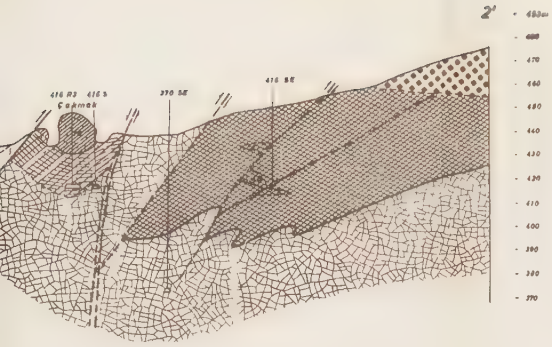


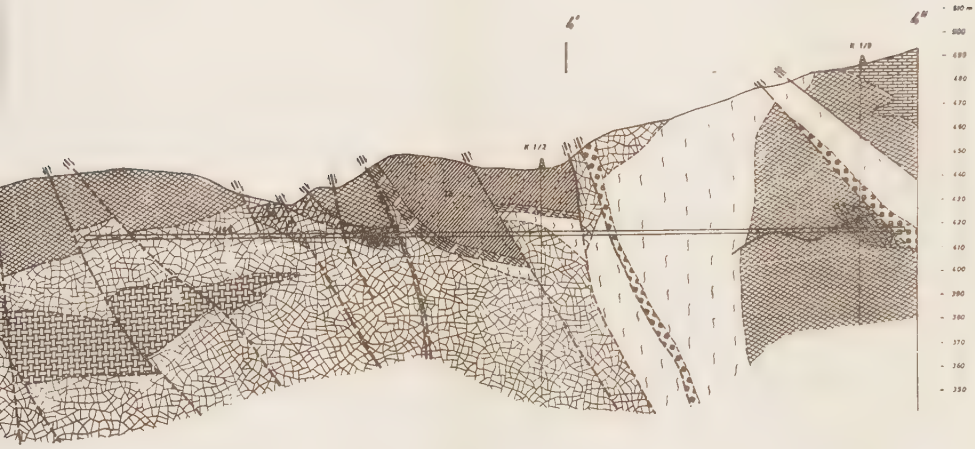
5

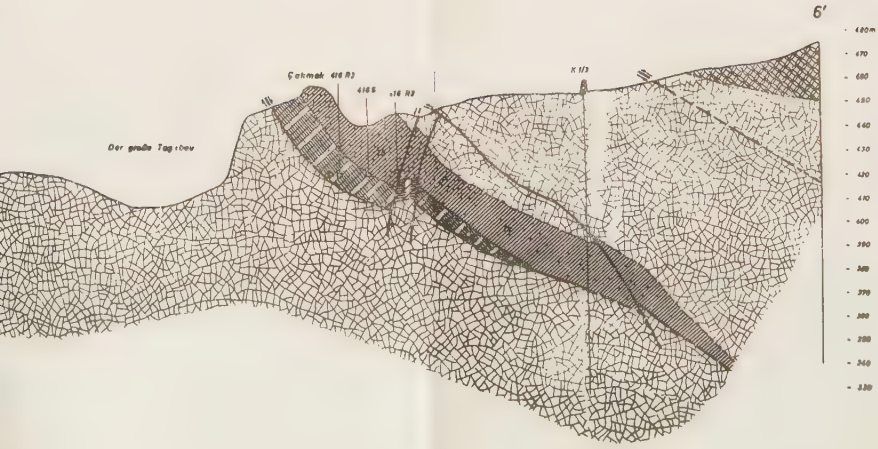
5'

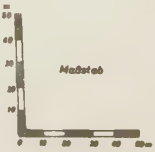


6


2'
416 R3
416 S
Çakmak
376 SE
416 SE
480m
470
460
450
440
430
420
410
400
390
380
370


4'
4''
K 1/2
K 1/3
510 m
500
490
480
470
460
450
440
430
420
410
400
390
380
370
360
350


6'
Çakmak 416 R3
416 S
416 R3
K 1/3
Der große Tagebau
480m
470
460
450
440
430
420
410
400
390
380
370
360
350
340
330


Maßstab

Beilage 7

Schema Profil

SW

NE

Literaturverzeichnis

AKARTUNA, M., 1962: On the Geology of Izmir-Torbahn-Seferihisar-Urla district. - Bull. Min. Res.Inst. Turkey, 59, 1-18, Ankara

ATABEK, S., 1936: Karaburun Ahirli Civa Madeni Hakkina Rapor. M.T.A.-Archiv 2603 (unveröff.), 21 S., Ankara

BESENECKER, H., DÜRR, S., HERGET, G., JACOBSHAGEN, V., KAUFFMANN, G., LÜDTKE, G., ROTH, W. & TIETZE, K.-W., 1968: Geologie von Chios (Ägäis). Ein Überblick. - Geologica et Palaeontologica, 2:121-150., 25 Abb., 2 Taf., Marburg

BRINKMANN, R., RENDEL, B., ve TRICK, P., 1967: Pelagische Trias bei Izmir. - Ege Üniversitesi Fen Fkültesi Ilmi Raporlar Serisi No. 37 - Bornova-Izmir

BRINKMANN, R., FLÜGEL, E., JACOBSHAGEN, V., LECHNER, H., RENDEL, B., & TRICK, P., 1972: Trias, Jura und Unterkreide der Halbinsel Karaburun (West-Anatolien). - Geologica et Palaeontologica 6:139-150, 3 Abb., 1 Tab., Marburg

D'ACHIARDI, G., 1903: Notizie sul giacimento cinabrifero di Karaburun nell' Asia Minore. - Proc.verb.Atti Soc. Tosc. Sc.Nat., 173-176, Pisa (non vid.)

DORA, O.Ö., 1971: in Metag

GJELSVIK, T. & ERIKSSON, T., 1957: Annex 5: "Civa Maden" Cinnabar Mine Karaburun. in: GJELSVIK, T., 1955-1957: Mineral Exploration in Turkey. - M.T.A.-Archiv 2574, 27-28, Ankara

GOODWIN, R.M., DAUSCH, A., TRÖGEL, O., ATABEK, S., 1927-1932: Report on the Present State of the Karabournou Mercury Mine. - M.T.A.-Archiv (unveröff. Kompendium), Ankara

GÜMÜŞ, H., 1971: Geologie des mittleren Teiles der Halbinsel Karaburun (Izmir) Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Ilmi Raporlar Serisi No: 100 Bornova

HAMILTON, W.J. & STRICKLAND, H.E., 1840: On the Geology of the Western Part of Asia Minor. - Trans. geol. Soc. London 6: 1-40 London

HERGET, G. & ROTH, W., 1968: Stratigraphie des Paläozoikums im Nordwest-Teil der Insel Chios (Ägäis). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 131 : 46-71 7 Abb., 3 Tab., Stuttgart

HERGET, G., 1968: Die Geologie von Nord-Chios (Ägäis). - Inaug. Diss., 206 S., Univ. Marburg

HÖLL, R., 1966: Genese und Altersstellung von Vorkommen der Sb-W-Hg-Formation in der Türkei und auf Chios/Griechenland. - Inaug. Diss., 149 S., Univ. München

KALAFATÇIOGLU, A., 1961: A geological study in die Karaburun Peninsula. - Bull. Min. Res. Inst. Turkey, 56, 40-49, Ankara

KTENAS, K.A., 1925: Contribution á l'étude géologique de la presqu' ile d'Erythrée (Asie Mineure). - Annuaire Scientifique de la faculté des Sciences, A 1, 1-57, Athen

LEHNERT-THIEL, K., 1969: Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen an dem Zinnober-Vorkommen Kalecik und dem nordöstlichen Teil der Halbinsel Karaburun (Westl. Türkei). - Bull. Min. Res. Explor. Ins. Turkey 72: 43-73, Ankara

MAUCHER, A., 1965: Die Antimon-Wolfram-Quecksilber-Formation und ihre Beziehungen zu Magmatismus und Geotektonik. - Freib. Forsch.-H., C 186, 173 - 188, Leipzig

MAUCHER, A. &. SAUPE, F. 1967: Sedimentärer Pyrit aus der Zinnober-Lagerstätte Almadén (Provinz Ciudad Réal, Spanien). - Mineral. Deposita (Berl.), 2, 312-317

METAG, 1971: Karaburun Kalecik Civa Sahasi Etüdü Metag Mühendislik limited Şirketi (unveröff.)

PHILIPPSON, A., 1911: Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. H. II. - Petermanns geogr. Mitt. Ergänz. H., 172; 57-63, 1 geol. Kte., Gotha 1911.

ROTH, W., 1968: Geologie von NW-Chios (Ägäis). - Inaug.-Diss., 88 S., Univ. Marburg.

SANDER, B., 1936: Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge. - Tscherm. Miner. Petr. Mitt., 48, 27-139, 141-209.

SPRATT, T., 1845: Observatios on the geology of the southern part of the Gulf of Smyrna and the Promontory of Karabournou. - Quart. J. geol. Soc. London, 1, 156-162, 6 Abb., 1 Kt., London.

TRÖGEL, O.: s. GOODWIN, DAUSCH, TRÖGEL & ATABEK

YENER, H., 1938: Karaburun Civa Madeni Hakkinda. - M.T.A. Archiv 716 (unveröff.), 15 S., Ankara.

Meine akademischen Lehrer waren an der Universität München:
G. ANGENHEISTER, L. BRAUNER, R. DEHM, H. FEHN, O. FISCHER, K.v. FRISCH, W. GERLACH, H. HAGN, E. KRAUS, H. LOUIS, K. MAGDEFRAU, A. MAUCHER, G. MENZEL, F. NEUMAIER, E. PREUSS, I. SCHAEFER, H.-J. SCHNEIDER, E. WIBERG und W. ZEIL.

An der Technischen Hochschule München:
P. SCHMIDT-THOME.

Lebenslauf

Attilâ Sözen	8 München 90 Untersbergstr. 90
Geboren am in	10.9.1935 Ankara/Türkei
Eltern	Rüştü Sözen (verstorben) Geographielehrer Hüsniye Sözen
Schulen	1942-1947 Bahçelievler Ilk Okulu Ankara/Türkei 1947-1950 Bahçelievler Orta Okulu Ankara/Türkei 1950-1954 Atatürk Lisesi Ankara/Türkei Abitur Juli 1954 Reifeprüfung Juli 1954
Studium an der Universität München:	WS 1955/56 - SS 1961 Geologie Diplom-Geologen-Vorprüfung März 1958 Diplom-Geologen-Hauptprüfung Juli 1961
Berufsweg:	M.T.A. Enstitüsü Ankara, Türkei Explorationsgeologe 1.10.61-31.9.62 (Militärdienst 1.10.62-31.10.64 Ankara) Explorationsgeologe 1.11.64-1968 Abteilungschef am M.T.A. für die Erforschung der Eisenerze in der Türkei und Direktor des Mittelanatolischen Bezirks 1968 - Januar 1970 Firma Metag Istanbul/Türkei Chef für Erkundungsarbeiten Jan. 1970 - August 1971 Karaburun M.T.A. Enstitüsü Ankara/Türkei Explorationsgeologe Sept. 71 - Jan. 72
Dissertation:	Beginn: Februar 1972
Heirat:	verheiratet seit 22.10.1964 mit Irene Sözen, geb. Kießling
Kinder:	Ali Riza Sözen, geb. 27.7.1965